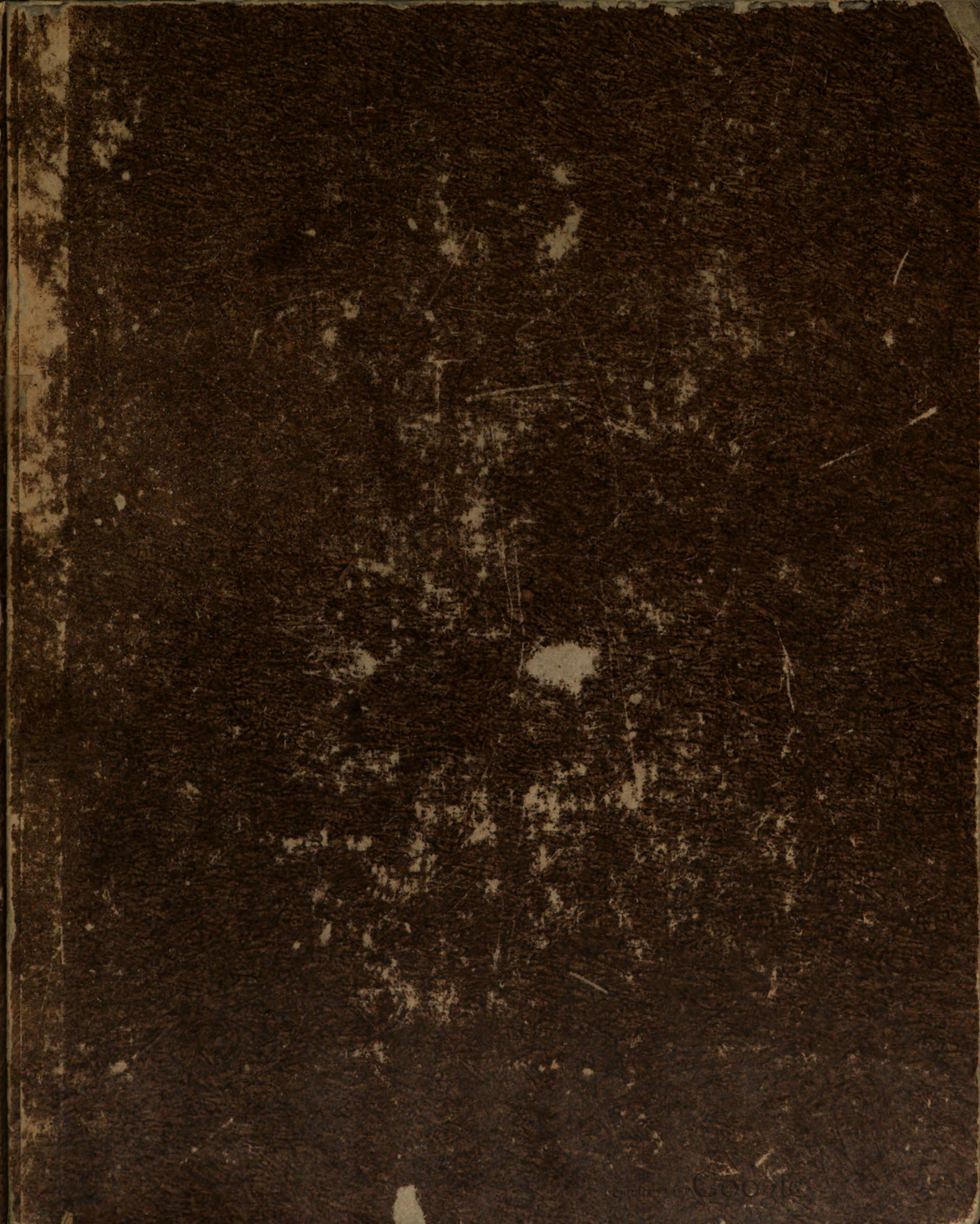




Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redigirt von Dr. P. Wilhelm Brix.

Jahrgang XIII.

Inhalt:

Heft 1.

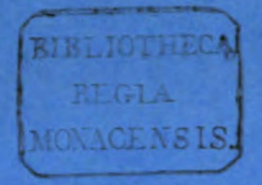
Berlin, 1866.

Verlag von Ernst & Korn.

(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung.)

(Vollständige Jahrgänge dieser Zeitschrift sind nur noch vom II. Jahrgange ab, zu beziehen. Jahrgang I. ist vergriffen.)

Zur Aufnahme in diese Zeitschrift bestimmte Beiträge und Mittheilungen, sowie alle deren Redaction betreffende Briefe und Zusendungen werden unter der Adresse des Redacteurs, oder unter der Adresse: Redaction der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins, Johannisstr. 10, erbeten.



Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redigirt

von

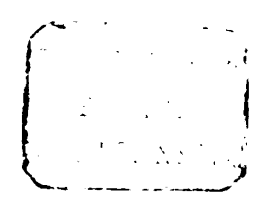
Dr. P. Wilhelm Brix.

Jahrgang XIII.

Mit 19 Kupfertafeln und vielen Holzschnitten.

Berlin, 1866.
Verlag von Ernst & Korn.
(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung.)





Inhalt.

Jahrgang 1866. Band XIII.

I und II.

Abhandlungen aus dem Gebiete der Telegraphie.

Wissenschaftliche Abhandlungen über der Telegraphie verwandte Gegenstände.

III.

Mittheilungen über bestehende Telegraphen-Anlagen, deren Einrichtungen, Längen etc., wie über den Bau neuer Linien, Projecte etc.

IV.

Statistische Nachrichten.

Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redacteur Dr. P. W. Brix. Verlag von Ernst & Korn.

Heft I. Jahrgang XIII. 1866.

Ueber die neue von der British Association adoptirte elektrische Widerstandseinheit.

Von Fleeming Jenkin.

(Aus den Proceedings of the Royal Society, April 6, 1865 durch Poggendorff's Annalen, Jahrgang 1865, Band CXXVI, S. 369.)

Sir Humphry Davy bewies in seinen 1821 [1]) veröffentlichten Schriften, daß die Leitfähigkeit der Metalle eine verschiedene ist und mit Steigerung der Temperatur abnimmt. Diese Eigenschaft der Metalle bildete den Gegenstand weiterer Untersuchungen von Snow Harris, Cumming und Becquerel; auf des Letzteren Tabelle von Leitfähigkeiten, aufgestellt mit Hülfe seines Differentialgalvanometers und veröffentlicht in 1826 [2]), wird noch häufig Bezug genommen, und sie ist in der That bemerkenswerth, weil sie das Resultat einer Untersuchung ist, welche angestellt wurde, ehe Ohm 1827 [3]) die wahre mathematische Theorie des galvanischen Stroms kennen gelehrt hatte.

Der Begriff von „Widerstand" als einer Eigenschaft eines Leiters wurde durch Ohm eingeführt, welcher annahm, daß die Kraft der Batterie den Widerstand der Leiter überwinde und als Folge den Strom hervorrufe. Im Gegensatze zu ihm gingen Sir Humphry

1) Phil. Trans. 1821, Vol. CXI, p. 425.
2) Ann. de Chim. et de Phys. tom. XXXII, 2. series p. 420.
3) „Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet," 1827; auch in Taylor's Scientific Memoirs, vol. II, p. 401.

Davy und andere Schriftsteller seiner Zeit von der Auffassung aus, daß die Volta'sche Batterie unaufhörlich neue Ladungen erzeuge, in mancher Hinsicht analog denen der Leydener Flasche, welche sich entlüden, sobald ein Leiter dem Fluidum einen Weg darböte. Der Begriff „Widerstand" ist das nothwendige Resultat des Gedankens, daß eine Kraft eine gewisse Arbeit verrichte [1]), während der Begriff „Leitfähigkeit" aus einer nahe liegenden Analogie hervorgeht, sobald man die Elektricität als ein Fluidum oder zwei Fluida betrachtet, welche in verschiedenen Quantitäten durch verschiedene Dräthe von Pol zu Pol circuliren. Leitfähigkeit und Widerstand sind, sobald sie gemessen werden, reciproke Werthe und Ausdrücke in diesem Sinne sind in den früheren Schriften von Lenz (1833) [2]) gebraucht, welcher in Gemeinschaft mit Fechner [3]) und Pouillet [4]) kurz nach dem Jahre 1830 die Wahrheit der Ohm'schen Theorie dargethan hat.

Mittelbar ist der Begriff einer Widerstandseinheit in Ohm's Gesetz selbst ausgedrückt; aber frühere Forscher scheinen sich damit begnügt zu haben, mittelst Rechnung den Widerstand aller Theile eines heterogenen Volta'schen Kreises auf eine gegebene Länge aus einem gegebenen Theile desselben Kreises zu reduciren, so daß man die Vorstellung von einem homogenen Leiter gewann, für welche der Grund in den von Ohm hergeleiteten Schlußfolgerungen liegt. Diese Schriftsteller reden daher von dem Widerstande als von der „reducirten Länge" des Leiters, ein Ausdruck, welcher noch jetzt in Frankreich vielfach gebräuchlich ist (siehe Daguin, Jamin, Becquerel, De la Rive u. A.). Der nächste Schritt war natürlich, daß man bei der Vergleichung verschiedener Stromleitungen alle Widerstände auf die Länge eines gewissen Normaldrathes bezog, mochte auch dieser Drath keineswegs einen Theil von allen Leitungen oder irgend einer bilden, daß man die Längeneinheit dieses Normaldrathes als Widerstandseinheit annahm. In Uebereinstimmung hiermit giebt Lenz (1838) [5]) an, daß 1 Fuß Nr. 11 Kupferdrath seine Widerstandseinheit bilde, und daß dieselbe 19,9 Mal größer sei als die von ihm 1833 [6]) benutzte, welche einen constanten Theil des alten Kreises bildete. In früheren Schriften werden die Widerstände als eine Anzahl von Längen, in späteren als eine Anzahl von „Einheiten bezeichnet.

Lenz scheint seine Einheit willkürlich gewählt zu haben, und offenbar ohne die Absicht, dieselbe Andern aufzunöthigen. Einen weiteren Fortschritt können wir darin erblicken, daß 1843 Professor Wheatstone in seiner bekannten Abhandlung [7]) einen Fuß Kupferdrath von 100 Grain Gewicht nicht nur als Einheit, sondern auch als Normalwiderstands-Etalon vorschlägt, wobei er die in England gebräuchlichen Gewichte und Maaße bei seiner Wahl berücksichtigt. Es scheint ebenfalls das Verdienst von Prof. Wheatstone zu sein, die ersten Instrumente construirt zu haben, vermittelst welcher man Multiplen der gewählten Widerstandseinheit in den Kreis einschalten oder herausnehmen konnte [7]). Unmittelbar darauf folgten Pog-

---

1) Der Verfasser will hiermit nicht sagen, daß elektrischer und mechanischer Widerstand wirklich analog seien, oder daß ein Strom die Verrichtung einer gewissen Arbeit ausdrücke.
2) Pogg. Ann. Bd. XXXIV. S. 418.
3) „Maaßbestimmungen ꝛc." Leipzig 1831.
4) Elémens de Physique, 5. édition, p. 210 und Compt. Rend. T. IV, p. 267.
5) Pogg. Ann. Bd. XLV. S. 105.
6) Pogg. Ann. Bd. XXXIV. S. 418.
7) Phil. Trans. 1843, vol. CXXXIII, p. 303.

gendorff[1]) und Jacobi[2]); die Beschreibung ihrer Apparat geht sogar der des Rheostaten und der Widerstands-Etalons voran, obwohl sie anerkennen, wie der Verfasser es auffaßt, daß ihnen diese Erfindungen bekannt seien. Widerstands-Etalons als die Mittel, um nicht gegebene Längen, aber gegebene eingetheilte Widerstände in irgend einen Kreis einzuschalten, sind jetzt dem Elektriker so unentbehrlich geworden, als die Waage dem Chemiker.

Hankel[3]) benutzte 1846 als Widerstandseinheit einen gewissen Eisendrath; J. B. Cooke[4]) spricht 1847 von einem Drathe, dessen Länge, Durchmesser und Leitfähigkeit sich am besten zu einem Normalwiderstande eignen. In demselben Jahre beziehen Buff[5]) und Horsford[6]) die in ihren Untersuchungen angeführten Widerstände auf Längen eines gegebenen Neusilberdrathes, und für seine nähere Bestimmung geben sie seinen Werth in Vergleichung mit reinem Silber. Um die zunehmende und lästige Vermehrung von Normalmaaßen aller Art zu vermeiden, sandte Jacobi[7]) in 1848 an Poggendorff und Andere einen gewissen Kupferdrath (seitdem bekannt als der Jacobi'sche Etalon) mit der Bitte, Copieen davon zu nehmen, damit alle ihre Resultate in derselben Maaßeinheit ausgedrückt würden. Mit großem Rechte wies er nach, daß bloße Definition des benutzten Normalmaaßes in Drathlänge und Drathgewicht unzulänglich sei, und daß gute Copieen eines Normalmaaßes, selbst wenn dieses willkürlich gewählt sei, bei Weitem der Reproduction einer in einem anderen Laboratorium dargestellten und aufbewahrten Normaleinheit vorzuziehen seien. Wir können dieser Ansicht vollkommen beistimmen, obwohl seit jener Zeit die Herstellung von Normalmaaßen, die auf Gewicht und Dimensionen gegebener Materialien basirt sind, bedeutend an Genauigkeit gewonnen hat.

Bis ungefähr zum Jahre 1850 waren Widerstandsmessungen bis auf wenige Ausnahmen auf das Laboratorium beschränkt; als aber zu dieser Zeit unterirdische und kurz darauf unterseeische Telegraphenleitungen eingeführt wurden, erkannte bald der praktische Ingenieur, von welchem Vortheil ihm bei der Untersuchung und Einrichtung die Kenntniß der Elektricitätsgesetze wäre. So bedienten sich in 1847 die Beamten der Electric- and International-Telegraph-Company der von F. W. Cooke angefertigten Widerstandsrolle, dem Anscheine nach Multiplen der Wheatstone'schen Originaleinheit, welche dem Nr. 16-Drathe im Handel gleichkam; und Herr C. F. Varley theilt mir brieflich mit, daß er selbst schon zu jener Zeit eine rohe Methode „um Fehler auf Entfernungen zu messen" benutzt habe. Werner Siemens[8]) zeigte in 1850, wie es möglich sei, auf zwei verschiedene Weisen durch an entfernten Stationen angestellte Experimente die Stelle eines „Fehlers" zu entdecken, — d. h. die Stelle zwischen den Stationen, wo eine Verbindung des leitenden Drathes der Linie mit der Erde stattfand. In der einen dieser Methoden ist ein Widerstand gleich dem der Batterie benutzt, und es wird außerdem noch die weitere Einschaltung von Widerständen befür-

---

1) Pogg. Ann. Bd. LII. S. 511.
2) Pogg. Ann. Bd. LII. S. 526; Bd. LIV. S. 347.
3) Pogg. Ann. Bd. LXIX. S. 255.
4) Phil. Mag. New. Series, vol. XXX, p. 385.
5) Pogg. Ann. Bd. LXXIII. S. 497.
6) Pogg. Ann. Bd. LXX. S. 238 und Silliman's Journ. vol. V, p. 86.
7) Compt. rend. 1851, vol. XXXIII, p. 277.
8) Pogg. Ann. Bd. LXXIX. S. 481.

wortet; und in einem 1852 verliehenen Patente giebt Sir Charles Bright einen Plan an, wie man mit Hülfe von Widerstandsrollen die Stelle eines Fehlers unmittelbar entdecken könne. Seitdem sind ununterbrochen neue Methoden aufgestellt worden, um Fehler aufzufinden, um die Beschaffenheit der angewandten Materialien und den Zustand der Linie zu untersuchen; sie laufen alle mehr oder weniger auf eine Messung des Widerstandes hinaus; größere Genauigkeit in der Adjustirung der Rollen und anderer zur Prüfung der Rollen nothwendiger Apparate ist fortwährend verlangt worden, bis wir jetzt an einem Punkte angekommen sind, wo wir mit Erstaunen auf die rohen und einfachen Mittel zurückblicken, mit denen die großen Entdeckungen gemacht sind, worauf unser ganzes Werk beruht.

Die erste Folge der Einführung von Widerstandsmaaßen in den commerciellen Gebrauch war die Umwandelung des Laboratorium „Fußes" in die telegraphische „Meile". Als Einheiten finden wir demnach in England die Meile Nr. 16 Kupferdrath [1]), in Deutschland die deutsche Meile Nr. 8 Eisendrath, in Frankreich das Kilometer Eisendrath von 4 Millimeter Durchmesser. Mehrere andere Einheiten wurden von Zeit zu Zeit von Langsdorff [2]), Jacobi [3]), Marié-Davy [4]), Weber [5]), W. Thomson [6]) und Andern aufgestellt, wobei sich eine allmählige Zunahme in der richtigen Würdigung der Hauptsachen, worauf es bei einem Normalmaaße ankommt, offenbarte; aber keine einzige wurde als die im Lande allein gültige allgemein angenommen. Um den fortwährend sich steigernden Uebelständen abzuhelfen, welche in den stets vorhandenen Abweichungen verschiedener Sätze von Widerstandsrollen ihren Ursprung hatten, construirte Dr. Werner Siemens in 1860 [7]) Normalmaaße, deren Einheit gleich war dem Widerstande eines Prisma's chemisch reinen Quecksilbers von 1 Quadratmillimeter Querschnitt bei einer Temperatur von von 0° C. [8]). Dr. Siemens nahm hierbei an, daß dieses Normalmaaß ohne Schwierigkeit reproducirt werden könnte, wo keine Copien direct zu erhalten wären. Quecksilber war schon früher als ein für ein Normalmaaß passendes Material von Marié-Davy empfohlen worden. Dr. Siemens verdient indessen besondere Anerkennung, weil seine mit der größten Sorgfalt angefertigten Rollen und Apparate die Beobachtung einer stricten Genauigkeit wesentlich gefördert haben [9]).

---

1) Eine Sorte Drath, welche vielfach für unterirdische Leitungen benutzt wird, und in ihrem Widerstande ungefähr der doppelten Länge des für überirdische Leitungen angewandten gewöhnlichen Nr. 8 Eisendrath entspricht.

2) Liebig's Ann. Bd. LXXX, S. 155.

3) Pogg. Ann. Bd. LXXVIII, S. 173.

4) Ann. Chim. et Phys. 3ème Série, t. IX, p. 410.

5) Pogg. Ann. Bd. LXXXII, S. 337.

6) Phil. Mag. Dec. 1851, 4th ser. vol. II, p. 551.

7) Pogg. Ann. Bd. CX, S. 1.

8) Dr. Siemens hat, während er seine Definition beibehält, den Werth seines Normalmaaßes, ungefähr um 2 pCt. von dem zuerst ausgegebenen geändert; und selbst jetzt ist es zweifelhaft, ob seine Einheit der Definition wirklich entspreche. Er bediente sich bei seinen Experimenten der Wägung und bei der Reduction der Resultate auf einfache Längenmessungen nahm er das spec. Gewicht des Quecksilbers zu 13,557 an, statt 13,596 wie Regnault, 13,595 wie H. Kopp und 13,594 wie Balfour-Stewart angiebt.

9) Viele der hier beschriebenen Einheiten waren durch Rollen auf der Londoner Ausstellung von 1862 vertreten; s. Jury Report, Class. XIII, p. 83, wo die verschiedenen relativen Werthe angeführt sind; s. auch Anhang I. dieser Abhandlung.

Die Frage war auf diesem Punkte angekommen, als in 1861 die British Association auf Befürwortung des Prof. W. Thomson ein Comité ernannte, welches über das beste Normalmaaß für elektrischen Widerstand entscheiden sollte. Dieses Comité, unterstützt mit Geldmitteln von der Royal Society, hat jetzt ein neues Normalmaaß aufgestellt, welches Gegenstand dieser Abhandlung ist.

Der Verfasser hat sich bisher auf die Beschreibung derjenigen Einheiten beschränkt, bei deren Aufstellung sowohl Dimension, Gewicht als Material mehr oder weniger willkürlich und zweckentsprechend gewählt sind; es können indeß auch Widerstandsmessungen gedacht und ausgeführt werden, wobei von speciellen Eigenschaften des Materials abgesehen werden kann. Eine Messung dieser Art wurde schon 1849 von Kirchhoff[1]) ausgeführt; aber wir verdanken den ersten wirklichen Vorschlag eines bestimmten Systems für elektrische Messungen W. Weber[2]), nach welchem der Widerstand in Werthen einer absoluten Geschwindigkeit gemessen werden würde. Dieses Maaßsystem nannte er absolutes elektromagnetisches Maaß, in Uebereinstimmung mit der Gauß'schen Nomenclatur von absolutem magnetischem Maaße. Das Comité ist zur Ueberzeugung gelangt, daß Weber's Vorschlag in jeder Hinsicht dem Gebrauche irgend einer der oben beschriebenen Einheiten vorzuziehen ist. Lassen wir ganz bei Seite die Schwierigkeiten, welche mit der Reproduction der letzteren verbunden und welche keineswegs gering anzuschlagen sind, so sind willkürliche Normalmaaße, mögen sie aus Quecksilber, Gold, Silber, Platin oder irgend einem anderen Materiale angefertigt sein, heterogene, isolirte Einheiten, welche in keinem natürlichen Zusammenhange mit andern physikalischen Einheiten stehen. Dagegen bildet die von Weber vorgeschlagene Einheit den Theil eines natürlichen, symmetrischen Systems, welches sowohl die Fundamental-Einheiten von Länge, Zeit und Masse in sich schließt, als auch die abgeleiteten Einheiten von Quantität des Stromes und von elektromotorischer Kraft. Es ist ferner dargethan worden vom Prof. W. Thomson[3]), welcher sofort auf Weber's Vorschlag einging und seine Theorie erweiterte, daß die Einheit der absoluten Arbeit — das verbindende Glied zwischen allen physikalischen Kräften — einen Theil desselben Systems ausmacht, und als die Basis für die Definition der absoluten elektromagnetischen Einheiten benutzt werden kann.

Ausführlich die Gründe für die Entscheidung des Comités anzuführen, würde nur eine unnöthige Wiederholung der Argumente sein, welche bereits in den Berichten an die British Association gegeben sind. Genüge es, anzuführen, daß in dem absoluten elektromagnetischen Systeme die folgenden Gleichungen zwischen den mechanischen und elektrischen Einheiten bestehen:

$$A = S^2 W t \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1),$$

worin A die Arbeit bezeichnet, welche in der Zeit t der Strom S verrichtet bei seinem Durchgange durch den Leiter von dem Widerstande W. Diese Gleichung ist ein Ausdruck für das Gesetz von Joule und Thomson.

$$S = \frac{E}{W} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

1) Pogg. Ann. Bd. LXXVI, S. 412.
2) Pogg. Ann. Bd. LXXXII, S. 337.
3) Phil. Mag. Dec. 1851, 4. series, vol. II, p. 551.



wenn E für die elektromotorische Kraft gesetzt wird. Hierin findet sich Ohm's Gesetz ausgedrückt.

Die Gleichung

$$Q = St \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

erläutert eine Beziehung, deren Richtigkeit zuerst von Faraday bewiesen ist, wenn Q die Quantität der Elektricität bedeutet, welche vom Strome in der Zeit t fortgeführt oder neutralisirt wird. Endlich ist das ganze System zu einem bestimmten gemacht durch die Bedingung, daß die Längeneinheit des Einheitsstromes die Einheit der Kraft am Einheitspole, welcher sich in der Einheit der Entfernung von der Leitung befindet, erzeugen muß. Will man den Begriff des Magnetismus ausschließen, so kann man auch mit derselben Genauigkeit folgendermaßen sagen: Befinden sich zwei die Flächeneinheit einschließende Kreise in verticalen und zu einander rechtwinklichen Ebenen über einander, so wird die Stromeinheit bei ihrem Durchgange durch dieselben, sobald die gegenseitige Entfernung D der Schließungsbögen eine große ist, ein Drehungsmoment erzeugen, dessen Größe gleich ist dem reciproken Werthe des Cubus der Entfernung D. In dieser letzteren Beziehung ist Weber's Vorschlag begründet, das elektrische Maaß mit dem magnetischen in Zusammenhang zu bringen. Die vier Verhältnisse dienen dazu, um die vier Größen W, S, Q und E zu bestimmen, ohne auf etwas anderes als auf die Einheiten von Zeit, Raum und Masse Bezug zu nehmen; und führt man die Messung von W auf diese Fundamentaleinheiten zurück, so findet man, daß sie weiter nichts als eine Geschwindigkeit in sich schließt, nämlich den Quotienten von Länge durch Zeit. Dies ist der Grund, weshalb die absolute Widerstandseinheit mit $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ oder $\frac{\text{Fuß}}{\text{Secunde}}$ bezeichnet wird, gerade so wie die gewöhnliche, nicht absolute Arbeitseinheit, in welcher ein Product von Gewicht und Länge begriffen ist, durch Kilogrammeter oder Fuß-Pfund ausgedrückt wird. Als Fundamental-Einheiten hat das Comité die Secunde, das Meter und die Masse des Pariser Gramm angenommen. Das metrische System wurde dem britischen Maaß-System vorgezogen in der Hoffnung, daß so die neue Einheit leichter in andere Länder Eingang finden würde, und mit der Ueberzeugung, daß der Continent niemals unser eigenes Maaßsystem adoptiren wird, während eine Einführung ausländischer Maaße bei uns in Aussicht steht. Für die Einheit der Kraft ist die erwählt worden, welche im Stande ist, in einer Secunde die Geschwindigkeit von einem Meter in der Masse eines Grammes zu erzeugen, und für die Einheit der Arbeit diejenige, welche von dieser Kraft gethan werden würde, wenn sie durch ein Meter des Raumes einwirkt. Diese Punkte sind ausführlich erörtert in dem Berichte an die British Association für das Jahr 1863, namentlich in Anhang C, geschrieben von Prof. J. Clerk Maxwell und dem Verfasser.

Die Größe von $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ ist viel zu klein, als daß sie praktische Anwendung finden könnte, und das Comité hat deshalb, unter Beibehaltung des Systems, sich für eine Normaleinheit entschieden, welche zehntausend Millionen Mal größer ist als Weber's Einheit $\left(\frac{\text{Millimeter}}{\text{Secunde}}\right)$ oder zehn Millionen Mal größer als die $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Einheit. Der Werth dieser Größe ist nicht erheblich von Siemens' Quecksilber-Einheit verschieden, die sich im praktischen Gebrauche bewährt hat. Er repräsentirt ungefähr den fünfundzwanzigsten Theil einer

englischen Meile Nr. 16 unreinen Kupferdrathes, welche von der Electric and International-Company als Normalmaaß gebraucht wird, und ungefähr das Anderthalbfache von Jacobi's Einheit [1]).

Man hielt es für nothwendig, durchaus neue Versuche anzustellen, um den wahren Werth des abstracten Normalmaaßes zu bestimmen, und denselben materiell in einem Widerstande nachzubilden, welcher die Basis für die Widerstandsrolle für gewöhnlichen Gebrauch bilden möchte. Diese Experimente, welche eine Dauer von zwei Jahren in Anspruch nahmen und nach einem von Prof. W. Thomson angegebenen Plane mit zwei verschiedenen Apparaten von Prof. J. C. Maxwell und dem Verfasser ausgeführt wurden, finden sich beschrieben in den Berichten, welche für die Jahre 1863 und 1864 der British Association eingeliefert sind.

Die Resultate der in den zwei Jahren ausgeführten Versuchsreihen stimmen innerhalb 0,2 pCt. überein und weisen nach, daß das neue Normalmaaß wahrscheinlich nicht mehr als 0,1 pCt. [2]) vom wahren absoluten Maaße abweicht. Es ist ebenfalls nicht weit entfernt von dem Mittel einer unter sich bedeutend differirenden Versuchsreihe von Bestimmungen, welche Weber ausgeführt hat.

Um dem Uebelstande eines stets wechselnden Normalmaaßes vorzubeugen, wird vorgeschlagen, das neue Normalmaaß nicht „absolutes Maaß“ zu nennen oder es als so und so viele $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunden}}$ zu bezeichnen, sondern ihm einen besonderen Namen zu geben, z. B. die B. A. (British Association) Einheit, oder, wie Latimer Clark vorschlägt, die „Ohmad“. Auf diese Weise wird es unnöthig, von dem Normalmaaße abzugehen, wenn in späterer Zeit verbesserte Methoden für Bestimmungen in absolutem Maaße erfunden oder genauere Messungen angestellt werden sollten; man wird nur einen kleinen Corrections-Coefficienten da benutzen müssen, wo es nöthig wäre, die B. A. Einheit in absolutes Maaß zu verwandeln. Eine jede im Volke gebräuchliche Einheit hat ihren besonderen Namen; wir reden von Fuß und Gran, nicht von Einheiten der Länge und des Gewichts; und es bleibt uns nur dieser Weg, auf welchem jeder Zweifel vermieden werden kann. Viele absolute Maaße existiren, je nachdem der Fuß und Gran, das Millimeter und Milligramm, das Meter und Gramm ꝛc. die Basis eines Systems bilden. Eine andere Fehlerquelle kann dadurch entstehen, daß man sich in dem Decimal-Multiplum des Normalmaaßes irren könnte. Aus allen diesen Gründen und der einfacheren Bezeichnung wegen würde es der Verfasser gern sehen, wenn man Clark's Vorschlag annehmen und die Einheit eine „Ohmad“ nennen wollte.

Von Dr. Matthießen sind für das Comité Versuche angestellt worden, um zu ermitteln, in wie weit man sich auf die Beständigkeit materieller Normalmaaße verlassen könne, und unter welchen Bedingungen Dräthe ihren Widerstand ändern, während Dimensionen, chemische Beschaffenheit und Temperatur dieselben bleiben. Dr. Matthießen hat gefunden, daß einige Metalle weicher werden, wodurch sich ihr Widerstand vermindert; die Zeit oder

---

1) Diese letzte Zahl kann um 30 pCt. falsch sein, da der Verfasser nie im Besitze eines authentisch beglaubigten Jacobi'schen Widerstandsmaaßes gewesen ist und nur annähernd den Werth durch veröffentlichte Versuchsreihen bestimmen konnte, welche eine indirecte Vergleichung zuließen.

2) S. Anhang II.



das Alter scheint die einzige Erklärung für diesen Umstand zu sein. Andere Metalle dagegen verändern sich nicht, und in keinen Metalldräthen konnte eine dauernde Aenderung nachgewiesen werden, welche dem häufigen Durchgange eines Volta'schen Stromes zugeschrieben werden könnte; — eine Thatsache, welche mit einer allgemein verbreiteten Ansicht in Widerspruch steht.

Die durch die Versuche gewonnene Einheit ist in Platin, Quecksilber, in einer Gold-Silber-, in einer Platin-Silber- und in einer Platin-Iridium-Legirung dargestellt worden. Aus jedem dieser Materialien sind zwei übereinstimmende Normalmaaße angefertigt worden, so daß, wenn das eine oder andere sich mit der Zeit oder durch einen Unfall ändern sollte, dieser Wechsel durch Vergleichung mit den übrigen entdeckt werden könnte. Diese Beschreibung der Versuche und die Darlegung der Gründe, welche zur Wahl der obigen Materialien geführt haben, sind ausführlich in dem 1864 an die British Association abgestatteten Berichte enthalten. Die aus festen Metallen hergerichteten Normalmaaße sind Dräthe von 0mm,5 bis 0mm,8 Durchmesser und von 1 bis 2 Meter Länge; sie sind mit weißer Seide umsponnen, und auf einen langen, hohlen Cylinder gewickelt; der Raum zwischen letzterem und einem anderen äußeren Cylinder ist mit Paraffin ausgegossen. Die lange und hohle Form erlaubt den Widerständen in sehr kurzer Zeit die Temperatur irgend eines umgebenden Mediums anzunehmen, und sie können ohne Schaden in ein Wasserbad von der Temperatur getaucht werden, bei welcher sie genau der Einheit entsprechen. Die aus Quecksilber angefertigten Einheiten bestehen aus zwei Glasröhren, jede ungefähr 0m,75 lang. Alle diese Normaleinheiten stimmen unter einander bei einer Temperatur, welche sich auf jeder Rolle angegeben findet, überein; diese Temperatur schwankt zwischen 14°,5 und 16°,5 C. Keine derselben zeigt, wenn corrigirt, eine größere Abweichung als 0,03 pCt. von ihrem Werthe bei 15°,5 C.

Erhebliche Fehler haben sich oft in Widerstandsbestimmungen eingeschlichen in Folge der Art und Weise, wie die verschiedenen Theile des Volta'schen Kreises mit einander verbunden waren, da vollkommen metallischer Contact an diesen Punkten oft durch Oxyd oder irgend eine Unreinigkeit verhindert wird. Prof. Thomson's Methode, Widerstände in die Wheatstone'sche Brücke (Differentialmesser) einzuschalten, ist für die Normalmaaße adoptirt worden; dagegen hat man es für hinlänglich genau gehalten, bei Benutzung von Copien sich amalgamirter Quecksilberverbindungen zu bedienen.

Für die Normaleinheiten selbst ist Beständigkeit das einzige Ziel, auf das man hinzustreben hat; dagegen erscheint für den praktischen Gebrauch ein Material sehr wünschenswerth, dessen Widerstand sich nur wenig mit wechselnder Temperatur ändert, da man sonst zu viel Zeit verliert, wenn man jedes Mal nach dem Durchgange eines Stromes warten soll, bis die Rolle sich abgekühlt hat; man würde auch noch bedeutende Correctionen anbringen müssen, wenn die Widerstände bei verschiedenen Temperaturen gebraucht würden; und diese Temperaturen selbst sind oft nicht mit vollkommener Genauigkeit zu ermitteln. Neusilber, ein dieser Anforderung entsprechendes Material und bisher vielfach in Gebrauch, ändert sich, wie man gefunden hat, bisweilen in seinem Widerstande, ohne daß man hierfür eine andere Ursache als die Zeit anführen könnte; denn eine solche Aenderung ist beobachtet worden, selbst wenn die Dräthe sorgfältig gegen jede mechanische oder chemische Beschädigung geschützt waren. Eine Platin-Silberlegirung ist von dem Comité für die Anfertigung von Copien der

Normaleinheit dem Neusilber vorgezogen worden. Diese letzteren sind von Dr. Matthießen in der Weise abgeglichen worden, daß sie bei einer Temperatur, welche nicht mehr als 1° von 15°,5 C. entfernt liegt, correct sind. Der Widerstand der Platin-Silber-Legirung wechselt ungefähr 0,031 pCt. für jeden Grad Celsius, der innerhalb der Grenzen von 5° über oder unter der erwähnten Temperatur liegt; diese Veränderung beträgt sogar noch weniger als die beim Neusilber. Das neue Material scheint auch sehr beständig zu sein, da Glühen und Weichmachen nur einen geringen Einfluß darauf haben. Die Form der Copien ist dieselbe wie die der Normaleinheiten, mit Ausnahme der Endpunkte, welche durch einfache Kupferstäbe mit amalgamirten Endflächen gebildet werden. Zwanzig Copien sind gratis vertheilt worden: weitere können von dem Comité zum Preise von £ 2, 10 Sh. bezogen werden. Das Comité ist ferner bereit, gegen eine geringe Entschädigung, von Mechanikern angefertigte Rollen abzugleichen, gerade so, wie es mit Thermometern und Barometern in Kew geschieht.

Hinsichtlich der Frage der Reproduction berichtet Dr. Matthießen, daß für diesen Zweck gegebene Gewichte und Dimensionen mehrerer reiner Metalle nur angewandt werden können, wenn absolute Sorgfalt beobachtet wird. Eine Reproduction der Quecksilbereinheit nach der Definition von Dr. Siemens weicht z. B. von seinen in 1864 ausgegebenen Normalmaaßen ungefähr um 0,82 pCt. ab, wenn bei beiden Beobachtungen dasselbe specifische Gewicht für Quecksilber benutzt wird [1]. Obwohl jeder Beobachter als endgültigen Werth das Mittel mehrerer auf das Beste übereinstimmenden Resultate anwendet, so zeigt sich uns doch hier deutlich die Schwierigkeit, eine Einheit zu reproduciren, und man darf daher erwarten, daß eine Reproduction der Normaleinheit vermittelst dieser oder einer ähnlichen Methode in der Zukunft unnöthig sein werde. Dahingegen finden wir, daß vier verschiedene Beobachter mit vier verschiedenen Instrumenten und mit Benutzung von vier verschiedenen Rollenpaaren — ausgegeben von Dr. Siemens und dem Comité — den Werth der B. A. Einheit einzeln definiren als gleich 1,0456, 1,0455, 1,0456 und 1,0457 von Siemens' 1864 Einheit. Es ist somit erwiesen, daß ein und dasselbe Paar Widerstände mit der Genauigkeit von einem Hunderttausendstel verglichen werden kann, — ein Grad von Genauigkeit, welcher bei jeder Reproduction eines gegebenen Körpers vermittelst Maaß und Gewicht, oder durch wiederholte Versuche über den absoluten Widerstand vollkommen unerreichbar ist. Diese vier Messungen, von denen zwei von praktischen Ingenieuren ausgeführt wurden, zeigen recht deutlich, wie sehr die heutige Praxis und die Anforderungen verschieden sind, von denen vor 20 oder selbst 10 Jahren, denn obwohl es damals bekannt war, daß eine Aenderung im Widerstande einem Wechsel in der Temperatur zuzuschreiben sei, so hat man es doch nicht für nothwendig erachtet, die genaue Temperatur anzugeben, bei welcher die benutzte Kupfer- oder Silbereinheit correct war. Die Schwierigkeit, eine Einheit zu reproduciren, so lange man sich einfach nur auf ein reines Metall bezieht, zeigt ferner die Unzulänglichkeit des Systems, nach welchem das Leitvermögen von Substanzen durch Vergleichung mit dem von andern Körpern, z. B. von Silber oder Quecksilber, gemessen wird. Dr. Matthießen hat öfters auf die hierdurch entstehenden Verschiedenheiten aufmerksam gemacht,

---

1) Wenn Dr. Matthießen das von Regnault gegebene spec. Gewicht 13,596 nimmt, beträgt der Unterschied von Dr. Siemens Einheit 0,5 pCt.

obwohl er selbst dasselbe System bis zur endlichen Wahl einer Widerstandseinheit befolgt hat. Man darf erwarten, daß in Zukunft diese Eigenschaft der Körper stets als „specifischer Leitungswiderstand" oder als „specifisches Leitvermögen" bezeichnet werden wird, bezogen auf Einheit der Masse oder des Volumens und gemessen in Einheiten des Normalwiderstandes — ferner, daß das Wort „Leitungsfähigkeit" ohne Ausnahme für den reciproken Werth des Wides gebraucht werden wird, und daß in allen Schriften, welche wissenschaftliche Genauigkeit anstreben, die unbestimmten Ausdrücke „guter und schlechter Leiter oder Isolator" durch die genauen Messungen ersetzt werden, welche jetzt weit leichter und mit größerer Genauigkeit als Längenmessungen ausgeführt werden können.

Wir haben allen Grund zu glauben, daß die neue Einheit in Großbrittanien und den Colonien durchaus angenommen werden wird. Das einzige Hinderniß in der That, welches ihrer Einführung im Wege steht, ist die Schwierigkeit, dem Fragenden zu erklären, was die Einheit bedeute. Der Verfasser ist selbst oft durch diese einfache Frage in Verlegenheit gesetzt worden, da er es für unmöglich fand, eine Antwort zu geben, ohne ausführlich auf den Gegenstand der elektrischen Messung überhaupt einzugehen; er ist daher veranlaßt worden, die folgenden Definitionen zu geben, in welchem nur auf längst bekannte Maaße Bezug genommen wird.

Der absolute $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Widerstand ist der Art, daß der Strom, erzeugt in einer Leitung von diesem Widerstande durch die elektromotorische Kraft eines geraden 1 Meter langen Stabes, welcher sich durch ein magnetisches Feld von Einheits-Intensität [1]) winkelrecht zu der Richtung der Kraft und zu seiner eigenen Richtung mit einer Geschwindigkeit von 1 Meter in der Secunde bewegt, falls er keine andere Arbeit oder Aequivalent von Arbeit verrichten sollte, in dieser Leitung und in der Zeit einer Secunde so viel Wärme erzeugen würde, daß sie einer absoluten Arbeitseinheit gleich käme, oder so viel Wärme, um nach Dr. Joule's Bestimmungen die Temperatur von 0,0002405 Gramm Wasser bei seiner größten Dichtigkeit um 1° C. zu erhöhen.

Die neue Einheit ist die größt-möglichste Annäherung, welche das Comité erhalten konnte, an einen Widerstand der zehn Millionen Mal so groß ist, als der absolute $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$. Der gerade Stab, der sich wie eben beschrieben, in einem Felde von Einheits-Intensität bewegt, würde sich mit einer Geschwindigkeit von zehn Millionen Metern in der Secunde bewegen müssen, um eine elektromotorische Kraft zu erzeugen, welche in einer Leitung von dem Widerstande der neuen Einheit denselben Strom hervorrufen würde, welcher in der Leitung von $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Widerstand durch die elektromotorische Kraft des mit der Geschwindigkeit von 1 Meter in der Secunde sich bewegenden Stabes entstehen würde. Da die Geschwindigkeit, um den Strom von dieser besondern Eigenschaft [2]) zu erzeugen, in jedem Falle dem Wider-

1) Gauß' Erklärung.

2) Dieser Strom ist der Einheitsstrom, und derselbe würde, wenn er keine andere Arbeit oder Aequivalent von Arbeit zu verrichten hätte, in einer Leitung von dem Widerstande der B. A. Einheit, eine Wärme erzeugen, die gleich ist zehn Millionen Arbeitseinheiten, oder genügend, um die Temperatur von 2405 Grm. Wasser bei seiner größten Dichtigkeit um 1° C. zu erhöhen.

stande der Leitung proportional ist, so kann diese dazu dienen, um den Widerstand zu messen, und kann man daher sagen, daß der Widerstand der B. A. Einheit gleich sei 10 Millionen Metern in der Secunde oder $10^7 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$.

Es ist zu befürchten, daß selbst diese Erklärungen noch zu complicirt sind, um dem Zwecke einer populären Definition zu entsprechen; aber sie können wenigstens dazu dienen, darzuthun, wie wirkliche Geschwindigkeit zur Messung eines Widerstandes benutzt werden kann, wenn man nämlich die Geschwindigkeit anwendet, mit welcher sich unter gewissen Umständen ein Theil der Leitung fortbewegen muß, um in derselben einen Strom von dem zu messenden Widerstande zu induciren. Im absoluten Systeme ist dieser Strom der Einheitsstrom, und die von diesem Einheitsstrome in der Einheit der Zeit verrichtete Arbeit ist gleich dem Widerstande der Leitung, wie aus der ersten der obigen Gleichungen hervorgeht.

Diejenigen, welche nach diesem kurzen Abrisse wünschen sollten, sich noch näher über diesen Gegenstand zu unterrichten, können auf die Berichte verwiesen werden, welche das Comité der British Association für die Jahre 1862, 1863 und 1864 abgestattet hat. Das Comité setzt seine Arbeiten fort mit dem Bestreben, die entsprechenden Einheiten von Strom, elektromotorischer Kraft, Quantität und Capacität aufzustellen, und es schlägt vor, den Normal-Apparat hierfür in Kew zu deponiren, zusammen mit den zehn Normalwiderständen, welche schon mit den von der Royal Society angewiesenen Mitteln dargestellt sind.

Anhang II.

1. Secundenzeit für 100 Umdrehungen des Etalons	2. Werth der B. A. Einheit in $10^7 \times \frac{\text{Secunden}}{\text{Meter}}$, berechnet aus jedem Versuche	3. Werth aus dem Mittel eines jeden Versuchspaares.	4. Abweichung in Procenten zwischen jedem Versuchpaar aus dem mittleren Werthe
17,54	1,0121	0,9978	— 0,22
17,58	0,9836		
77,62	1,0468	1,0040	+ 0,40
76,17	0,9613		
53,97	0,9985	0,9992	— 0,08
54,53	0,9998		
41,76	0,9915	0,9925	— 0,75
41,79	0,9936		
54,07	0,9961	0,9924	— 0,76
53,78	0,9886		
17,697	0,9878	1,0007	+ 0,07
17,783	1,0136		
17,81	0,9952	1,0063	+ 0,63
17,78	1,0174		
17,01	1,0191	1,0043	+ 0,43
16,89	0,9895		
21,35	1,0034	1,0022	+ 0,22
21,38	1,0011		
21,362	0,9968	1,0040	+ 0,40
21,643	1,0096		
11,247	1,0424	0,9981	— 0,19
16,737	0,9707		

Wahrscheinlicher Fehler von W (1864) . . .	0,1	Proc.
" " " W (1863) . . .	0,24	"
Differenz in den zwei Werthen 1864 und 1863	0,16	"
Wahrscheinlicher Fehler der zwei Versuchsreihen	0,08	"

Die vorstehende Tabelle zeigt den Grad der Uebereinstimmung, welcher erhalten wurde in den einzelnen Versuchen, um die Einheit zu ermitteln. Die Bestimmungen wurden in der Weise ausgeführt, daß man die Ablenkungen eines gewissen Magnets beobachtete, während eine Drathrolle mit einer gegebenen Geschwindigkeit rotirte, zuerst in der einen, und dann in der entgegengesetzten Richtung. In der ersten Columne findet sich die für jeden Versuch benutzte Geschwindigkeit, in der zweiten der Werth der B.A. Einheit in $10^7 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$, und wie er aus den einzelnen Versuchen abgeleitet wurde. Eine constant nach derselben Seite sich neigende Differenz kann in den erhaltenen Werthen beobachtet werden, wenn die Rolle in verschiedener Richtung rotirte. Dieser Umstand findet darin seine Erklärung, daß der Faden, an dem der Magnet suspendirt war, in der einen Richtung einen geringen Einfluß ausübte. In der dritten Columne sind die aus jedem Versuchpaare berechneten Werthe für die B. A. Einheit zusammengestellt, in der vierten endlich die Abweichung eines jeden Paares von dem zuletzt adoptirten mittleren Werthe. Bei der Annahme des letzten Mittels wurde auf die Bestimmungen vom Jahre 1865 fünf Mal so viel Gewicht gelegt, als auf die Bestimmungen vom Jahre 1863.

Zur Frage der Widerstands-Einheit.

Von **Werner Siemens.**

(Aus Poggendorff's Annalen Bd. CXXVII, S. 327.)

Im Jahre 1860 veröffentlichte ich in diesen Blättern [1]) eine Methode, mit deren Hülfe es mir gelungen war, Widerstandsetalons genau zu reconstruiren, und machte den Vorschlag, den Widerstand eines Quecksilberprimas von 1^{m} Länge und 1$^{\square mm}$ Querschnitt, oder den millionenfachen Widerstand eines Quecksilberwürfels von 1^{m} Seitenlänge, bei 0^{0} Tempe-

1) Diese Zeitschrift Jahrg. VII. S. 55; auch Pogg. Ann. Bd. 110, S. 1.

ratur, als Einheit des elektrischen Leitungswiderstandes und gleichzeitig den specifischen Widerstand des Quecksilbers als Einheit des specifischen Widerstandes der Körper anzunehmen. Die Gründe, auf welche ich meinen Vorschlag stütze, waren kurz zusammengefaßt folgende:

Die Aufstellung eines willkührlich gewählten oder sich einem in der Natur gegebenen mehr oder weniger genau anschließenden materiellen Grundmaaßes des Widerstandes, welches wie das Normal-Meter-Maaß irgendwo deponirt und durch Copirung vervielfältigt würde, ist nicht rathsam, da keine Garantie dafür vorhanden ist, daß der Widerstand derselben sich nicht ändert.

Auch wenn man die Unveränderlichkeit eines solchen Grundmaaßes sicher stellen könnte, würde die unvermeidliche häufige Copirung und Wiedercopirung der Copien, in Verbindung mit der möglicherweise eintretenden Veränderung ihres Widerstandes, bald unrichtige Etalons in Cours bringen, wie es mit den Copien des Jacobi'schen Normaletalons in so hohem Grade der Fall war.

Das anzunehmende Widerstandsmaaß muß daher in einer Definition bestehen oder ein absolutes Maaß sein, welches man jederzeit und überall reconstruiren kann. Als ein solches würde sich für wissenschaftliche Zwecke vorzugsweise die Weber'sche dynamische Widerstandseinheit eignen, wenn dieselbe in der nöthigen Genauigkeit, die ungefähr die des Vergleiches zweier verschiedener Widerstände sein muß, darstellbar wäre. Da dies aber voraussichtlich nie der Fall sein wird, so eignet sich die Weber'sche Einheit selbst nicht zum allgemeinen Widerstandsmaaße, wenn es auch selbstverständlich von der größten Wichtigkeit ist, daß das Verhältniß der zu wählenden Einheit zur Weber'schen so genau wie möglich bestimmt wird. Da bei der Aufstellung eines allgemeinen Widerstandsmaaßes die praktischen Vorzüge desselben und nicht die wissenschaftliche Harmonie des gesammten Maaßsystems in erster Linie berücksichtigt werden müssen, Widerstandsmessungen aber nur in sehr seltenen, streng wissenschaftlichen, Fällen mit dynamischen Werthen combinirt, in der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle dagegen zu Vergleichen des Widerstandes von Körpern verschiedener Größe, Gestalt oder Art benutzt werden, so ist ein Widerstandsmaaß mit körperlicher Grundlage einem dynamischen vorzuziehen.

Aus diesen Gründen empfiehlt sich das von mir vorgeschlagene Widerstandsmaaß, bei welchem der Meter als Maaß des Raumes und das Quecksilber als derjenige Leiter, welcher sich unzweifelhaft am besten zum Maaß der Leitungsfähigkeit eignet, gegeben sind und welches in völlig ausreichender, bei großer Sorgfalt fast unbegränzter Genauigkeit reproducirbar ist.

Eine auf die Sache selbst eingehende Widerlegung dieser Gründe habe ich bisher nicht gefunden. Dagegen machte Herr Dr. Matthießen im Jahre 1861 den Gegenvorschlag, anstatt Quecksilber eine bestimmte Goldsilber-Legirung dem anzunehmenden reproducirbaren Widerstandsmaaße zu Grunde zu legen, und in demselben Jahre ernannte die British association eine Commission, welche über das zweckmäßigste Widerstandsmaaß an die Gesellschaft berichten sollte.

Wer die großen Schwierigkeiten praktisch kennen gelernt hat, die damit verknüpft sind eine Legirung homogen und von durchaus gleicher Zusammensetzung herzustellen, Dräthe anzufertigen, welche ganz gleichen Querschnitt und Härtegrad haben, bestimmte Längen derselben genau abzumessen ohne eine Streckung oder Stauchung des Drathes herbeizuführen, endlich

die Enden derselben so mit den dicken Zuleitungsstücken zu verlöthen, daß keine Veränderung des Widerstandes des Drathes eintritt, wird schon dieser technischen Schwierigkeiten wegen keine Vorliebe für den Vorschlag des Hrn. Matthießen empfinden. Da er denselben später zu Gunsten des Vorschlages der Commission der British association — deren Mitglied er ist — fallen gelassen hat, so kann ich ihn weiterhin unberücksichtigt lassen.

Seitens dieser Commission liegen jetzt drei Berichte — pro 1862, 1863 und 1864 — an die Gesellschaft vor. Es wird in diesen Berichten die Theorie des Weber'schen Maaßsystems mit der Ausdehnung auf den Begriff der Einheit der geleisteten Arbeit, welche W. Thomson ihm gegeben hat, in einer sehr klaren Weise auseinandergesetzt. Der große wissenschaftliche Werth der allgemeinen Einführung dieses „systematischen und cohärenten" Maaßsystems wird überzeugend geschildert, die von W. Thomson vorgeschlagene Methode der Bestimmung der $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Einheit entwickelt und der Gang und die Resultate der angestellten Experimente eingehend auseinander gesetzt. Die Namen W. Thomson und Clerk Maxwell sind hinlängliche Bürgschaft für den hohen wissenschaftlichen Werth dieser Arbeiten. In der That ist es gelungen die Genauigkeit der Bestimmung eines Widerstandes in absoluten Weber'schen Einheiten, in Vergleich mit der, welche früher von W. Thomson und W. Weber erreicht wurde, beträchtlich zu erhöhen. Die Commission ist aber trotzdem zu der Ueberzeugung gelangt, daß das Weber'sche Widerstandsmaaß selbst sich zur Widerstandseinheit nicht eignet. Sie macht schon in ihrem ersten Berichte den Vorschlag: einen materiellen Widerstandsetalon als Grundmaaß des Widerstandes anzunehmen, welcher dem Werthe 10^{10} Weber'sche Einheiten oder 10^7 $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ so genau entspräche, wie es mit unseren jetzigen Hülfsmitteln zu bestimmen möglich ist. Dieses materielle Grundmaaß soll unveränderlich fest bleiben und unter dem Namen Einheit B. A. oder Ohmad das künftige allgemeine Widerstandsmaaß bilden. Von Zeit zu Zeit sollen dann neue Bestimmungen dieser Einheit in Weber'schen absolutem Maaße angestellt und Reductions-Coëfficienten zur Benutzung bei Rechnungen mit dynamischen Werthen publicirt werden. Dem Einwande, daß der Widerstand des Normaletalons sich ändern könne, glaubt das aus den Herren Prof. Maxwell, Dr. Matthießen und Fleeming Jenkin bestehende Subcomité, welches mit der Anfertigung der Normaletalons und der davon zu entnehmenden Copien betraut ist, dadurch begegnet zu haben, daß es 10 verschiedene Normaletalons aus Legirungen edeler Metalle und aus Quecksilber hergestellt hat und die Copien aus einer Legirung von Silber mit Platin anfertigt. Nach Dr. Matthießen's Untersuchungen soll der Widerstand dieser Legirungen keiner Aenderung unterworfen sein, während er bei anderen Metallen und Metallirungen wesentliche Aenderungen im Laufe zweier Jahre gefunden hat.

Ich will die eben angeführten Beobachtungen Dr. Matthießen's keineswegs in ihrem Werthe unterschätzen, glaube aber nicht, daß sein Ausspruch, daß die Legirungen von Silber mit Gold oder Platin sich nicht ändern, schon als so feststehend und unbedingt gültig anzusehen ist, um darauf ein für alle Zeit feststehendes Normalmaaß des Widerstandes begründen zu können! Auffallend ist es, daß Dr. Matthießen bei Neusilber so beträchtliche Aenderung der Leitungsfähigkeit in kurzen Zeitabschnitten beobachtet hat, während ich gerade diese Legirung besonders constant gefunden habe. Es zeigt sich, daß bei der Ver-

änderung der Leitungsfähigkeit noch viele unbekannte Factoren auftreten, die erst durch längeres Studium ermittelt werden können. Der von Dr. Matthießen angeführte Beweis, daß die Gold-Silberlegirung sich nicht ändern könne, da man niemals beobachtet habe, daß eine goldene Kette brüchig geworden sei, kann wohl kaum ernsthaft gemeint sein! Es mag aber gern zugegeben werden, daß die Aenderung des Widerstandes der Normaletalons so wie der Copien so klein sein wird, daß sie ohne practische Bedeutung für unsere gegenwärtigen Untersuchungen ist. Das Normalmaaß der B. A. soll aber auch späteren Zeiten dienen, in denen wahrscheinlich unendlich viel höhere Ansprüche an die Genauigkeit eines Maaßes gestellt werden, wie wir es thun. Aus diesem Grunde ist es schon sehr bedenklich, daß die Commission 10 Normaletalons anstatt eines einzigen aufgestellt hat, wenn sie auch — wie angegeben ist — gegenwärtig bis auf 0,03 Proc. mit einander übereinstimmen. Ginge ferner die Uebereinstimmung des Werthes der B. A. Einheit mit der $10^7 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Einheit auch wirklich bis auf 0,1 Proc., wie im Bericht pro 1864 behauptet wird, so wäre dieselbe doch immer noch viel zu gering, um die Einheit der B. A. auch künftig als gleichwerthig mit der $10^7 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Einheit erscheinen zu lassen. Muß aber einmal ein Reductions-Coëfficient benutzt werden, so ist es ganz gleichgültig, ob derselbe etwas mehr oder weniger von Eins verschieden ist! Es ist übrigens noch keineswegs nachgewiesen, daß diese behauptete große Uebereinstimmung der B. A. Einheit mit der $10^7 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Einheit auch wirklich stattfindet. Der Anblick der im Rapport für 1864 gegebenen Versuchs-Tabelle [1]) lehrt, daß zwischen den zu einem Paare combinirten beiden Zahlenwerthen Differenzen bestehen, welche bis über 8 Procent betragen! Auch die mittleren Werthe dieser Paare differiren noch bis zu 1,4 Proc. Wodurch das Subcomité sich für berechtigt hält, bei einer so großen Verschiedenheit der einzelnen Messungen auf einen wahrscheinlichen Fehler von nur 0,1 Proc. zu schließen, weiß ich nicht. Welche Methode man auch zur Berechnung des mittleren Werthes der gegebenen Zahlen anwenden mag, man wird durch Fortlassen einiger sehr abweichender Messungen oder auch einiger mittlerer Werthe zu weit größeren Unterschieden kommen. Meiner Ansicht nach liegt die Sicherheit nur innerhalb der nicht als fehlerhaft verdächtigen und deshalb verworfenen Zahlenwerthe. Ist es aber schon unmöglich aus den vorliegenden Versuchsreihen auf eine so genaue Uebereinstimmung des Werthes der B. A. Einheit mit der wahren $10^7 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Einheit, wie das Subcomité sie annimmt, zu schließen, so stellt sich die wahrscheinliche Verschiedenheit als noch viel größer heraus, wenn man bedenkt, daß die Werthe der Tabelle mit demselben Apparate unter Anwendung derselben Constanten und Corrections-Coëfficienten und durch dieselben Beobachter erlangt sind. Es ist zwar angegeben, daß die Bestimmung der Constanten bis auf 0,0001 genau gewesen wäre; man muß aber annehmen, daß dies nur in Folge bestimmter individueller Handgriffe und willkührlich gewählter Methoden der Messung erreicht ist. Bekanntlich ist es ganz unmöglich, einen weichen übersponnenen Drath zu einer einigermaßen runden und festen Drathrolle aufzuwinden, ohne daß er sich ansehnlich streckt. Diese Streckung schwankt

---

1) Pogg. Ann. Bd. CXXVI, S. 386

mit der Dicke des Drathes und der Größe der Drathspannung beim Aufwinden zwischen 1 und 6 Proc. Es dürfte demnach kaum möglich sein, mit einiger Sicherheit auf die wirkliche Länge des aufgewundenen Drathes bis auf ½ Proc. zu schließen. Die effective Länge ist aber auf 311,2356 Meter angegeben! Es ist ferner unmöglich eine Rolle von übersponnenem Drathe rund und concentrisch zu wickeln. Der Umfang, der mittlere Radius, die Dicke der Umwindungsschicht sind mithin unmöglich genau zu bestimmen. Dennoch sind diese Werthe bis auf Tausendstel Millimeter angegeben und sollen bis auf ein Zehntausendstel ihrer Größe zuverlässig sein! Ob das magnetische Moment des aufgehängten Magnetes und die augenblickliche horizontale Componente des Erdmagnetismus sich bis auf denselben Grad von Genauigkeit bestimmen lassen, mag hier unerörtert bleiben. Ich halte es nicht für möglich.

Ich bin, wie schon gesagt, weit entfernt davon, die Behauptung aufzustellen, daß die Messungen nicht wirklich in der angegebenen Genauigkeit gemacht wären, sie können aber nur das Resultat von Proceduren sein, die keine allgemeine Gültigkeit haben.

Bevor nicht die Versuche an anderen Orten, mit ganz neuen Instrumenten und von ganz anderen Experimentatoren wiederholt sind und durch die Vergleichung der dann erhaltenen Resultate mit denen des Subcomité's der Beweis geführt ist, daß eine größere Uebereinstimmung erreicht ist, halte ich mich zu der Behauptung berechtigt, daß die Einheit der B. A. höchstens innerhalb einiger Procente mit der $10^7 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Einheit übereinstimmt.

Ich kann aus diesen Gründen meine oben recapitulirten Bedenken gegen die Annahme der materiellen Etalons des Subcomité's als Grundlage des allgemeinen Widerstandsmaaßes nicht für erledigt erachten. Dabei verkenne ich nicht im Mindesten den hohen Werth der durch die British association veranlaßten möglichst genauen Bestimmung der Weber'schen Widerstandseinheit, bin im Gegentheil der Ansicht, daß der Wissenschaft durch diese werthvolle Arbeit ein wesentlicher Dienst erwiesen ist. Ich glaube aber die Commission hätte besser gethan, nachdem sie sich überzeugt hatte, daß die Weber'sche absolute Einheit selbst sich zum Normalmaaße nicht eignete, keine neue willkührliche Einheit aufzustellen, sondern die von mir vorgeschlagene $\frac{\text{Meter}}{\square\text{Millimeter}}$ Quecksilber oder kürzer m. Hg Einheit mit aller für derartige Arbeiten nöthigen Sorgfalt darzustellen, diese schon sehr allgemein verwendete und dem praktischen Bedürfnisse besonders entsprechende Einheit in genauen Copien zu verbreiten und den Reductions-Coëfficienten derselben auf Weber'sches dynamisches Maaß so genau wie möglich festzustellen. Das Comité würde dadurch in Uebereinstimmung mit dem Vorschlage Kirchhoff's, dem es sich in dem ersten Berichte anschließen zu wollen erklärte, geblieben sein, da Kirchhoff sich in seinem, im Appendix dieses Berichtes abgedruckten Briefe für Beibehaltung beider Maaße erklärte und nicht für die unbedingte und ausschließliche Annahme des Weber'schen, wie später behauptet ist, eine Ansicht, für welche auch Wilhelm Weber selbst dem Verfasser gegenüber sich aussprach. Daß die m. Hg-Einheit bei einer solchen sorgfältigen Bestimmung durch das mit den reichen Mitteln der British association ausgerüstete und über so hervorragende Kräfte gebietende Comité vollständig den jetzt erforderlichen Grad der Genauigkeit, d. i. den der Vergleichung zweier verschiedener Widerstände, erreicht haben würde, zeigen sowohl meine ursprünglichen Versuche, wie namentlich die späteren mit grö-

ßerer Sorgfalt angestellten Messungen des Herrn Sabine [1]). Bei künftigen weiteren Fortschritten in der Genauigkeit physikalischer Messungen wird freilich immer wieder eine genauere Reproduction der m. Hg-Einheit nothwendig werden, es kann dies aber kaum eine merkliche Störung hervorbringen, da die wahre Größe der Einheit unzweifelhaft feststeht, da die bei der Reproduction sich herausstellenden Differenzen bei gewöhnlichen Widerstandsmessungen wegen ihrer Geringfügigkeit unberücksichtigt bleiben können, und da für exacte Messungen eine häufige Controlle der benutzten Widerstandsetalons, ihrer wahrscheinlichen Aenderung wegen, doch unvermeidlich ist.

Leider hat die Commission diesen von mir ihr vorgeschlagenen Weg nicht betreten, die mit der Anfertigung der British-Association Einheit und der zu verbreitenden Copien derselben betrauten Mitglieder des Subcomité's, die Hrn. Dr. Matthießen und Fleeming Jenkin, haben im Gegentheil sowohl in den erwähnten Berichten an die British Association, wie in besonderen noch näher zu beleuchtenden Aufsätzen [2]), meinen Vorschlag in einer Weise angegriffen, welche bisher bei wissenschaftlicher Kritik nicht gebräuchlich war. Der gemeinsam von ihnen befolgte Plan besteht darin, meinen Vorschlag nicht mit Gründen zu bekämpfen, sondern meine Arbeiten als unzuverlässig und zweifelhaft darzustellen.

Herr Dr. Matthießen stellt die beiden Thesen auf:

1) „daß keine wahre Quecksilber-Einheit je aufgestellt ist“ und

2) „daß die von Zeit zu Zeit aufgestellten Einheiten nicht denselben Werth repräsentiren.“

Beide Sätze will er dadurch rechtfertigen, daß ich nicht das richtige specifische Gewicht des Quecksilbers in Rechnung gezogen hätte, daß zwei Widerstandsscalen, welche in der Londoner Ausstellung pro 1862 ausgestellt waren, um 1,2 Proc. von einander differirt hätten, daß in meinen ersten Bestimmungen der m. Hg Einheit Differenzen von 1,6 Proc. vorhanden wären, und daß seine eigenen Versuche mit den meinigen nicht übereinstimmten.

Die erste Behauptung betreffend, so übersieht Hr. Matthießen, daß das von mir vorgeschlagene Widerstandsmaaß in einer Definition besteht, also ein absolutes ist. Daß die von mir dargestellten Widerstandsetalons dieser wahren Einheit völlig entsprächen, habe ich nie behauptet, im Gegentheil wiederholt den Wunsch ausgesprochen, daß sich bald in exacten Messungen geübtere Physiker der Mühe unterziehen möchten, auf dem von mir angegebenen sehr einfachen und sicheren Wege Etalons herzustellen, welche mit der gegebenen Definition so genau übereinstimmten, wie es mit unseren jetzigen Hülfsmitteln zu erreichen ist. Hr. Matthießen wäre zu seiner Behauptung nur berechtigt, wenn meine Definition zweifelhaft oder wenn die angegebene Methode unzuverlässig oder fehlerhaft wäre. Beides ist von ihm nicht nachgewieseu, auch nicht einmal behauptet. Ist die von ihm aufgestellte Thesis aber auch unzweifelhaft falsch, so gebe ich ihm dagegen gern zu, daß das von mir in Rechnung gezogene specifische Gewicht des Quecksilbers nicht richtig ist. Als ich im Jahre 1858 die ersten Versuche darüber anstellte, ob sich die m. Hg Einheit in hinreichender Genauigkeit darstellen ließe, fand ich die Zahl 13,557 und nahm sie als richtig an, da sie von anderer Seite durch directe Vergleichung der Höhe der Quecksilber- und Wassersäule in communicirenden

1) Phil. mag. march. 1863, p. 1.

2) Pogg. Ann. Bd 125, S. 497 und Pogg. Ann. Bd. 126, S. 369.

Röhren Bestätigung fand. Leider ist auch bei den späteren mit größerer Sorgfalt und verbesserten Instrumenten ausgeführten Reproductionen der m.Hg Einheit dieser Coëfficient beibehalten und nicht die Regnault'sche Zahl 13,596 angenommen, deren Richtigkeit seitdem von mehreren Seiten bestätigt ist. Hiernach sind in der That die bisher angefertigten Etalons um 0,287 Proc. zu groß [1]). Nimmt man den Coëfficienten der Zunahme des specifischen Leitungswiderstandes des zu den Widerstandsetalons benutzten Neusilberdrathes = 0,00272 an [2]), so repräsentiren dieselben die m.Hg Einheit nicht bei der auf ihnen vermerkten, sondern bei einer um 10°,5 C. niedrigeren Temperatur. Es ist ein unbestreitbares Verdienst des Hrn. Matthießen, zu dieser Berichtigung Veranlassung gegeben zu haben, die übrigens, wie schon hervorgehoben, mit der Beurtheilung des Werthes der m.Hg Einheit gar nichts zu thun hat.

Hr. Matthießen behauptet ferner, daß die von Zeit zu Zeit aufgestellten m.Hg Einheiten nicht denselben Widerstand repräsentiren. Daß die m.Hg Einheit in meinem Laboratorio in drei verschiedenen Zeitperioden dargestellt ist und jedesmal eine größere Annäherung an den wirklichen Werth gefunden hat, ist Hrn. M. bekannt. Hr. Sabine hat die Abweichungen dieser drei Reproductionen in folgender Tabelle zusammengestellt:

Nr. der Röhren.	Original-Bestimmung 1859.	Erste Reproduction 1860.	Zweite Reproduction 1863.
3	555,87	555,99	556,05
5	193,56	193,73	193,73
7	—	1917,32	1917,54
8	—	2600,57	2601,46

Die größten Differenzen zwischen der ersten und dritten Darstellung erreicht mithin noch nicht 0,1 Proc. und nicht nahe 2 Proc., wie behauptet ist. Nach der ersten Bestimmung sind nur einige für den eigenen Gebrauch bestimmte Etalons und Widerstandsscalen angefertigt. Ebenso sind nur Widerstandsscalen für technische Benutzung nach den Werthen der ersten Reproduction angefertigt und in den Verkehr gekommen. Erst den mittleren Werth der dritten Bestimmung habe ich zur Anfertigung von etwa 100 Etalons von je einer Einheit benutzt, welche ich unter mir bekannten, namhaften Physikern, Technikern und wissenschaftlichen Instituten vertheilt habe, um die allgemeine Annahme eines rationellen Widerstandmaaßes dadurch zu befördern.

Diese Etalons waren bei ihrer Versendung genau gleich und sind, falls sie sich nicht verändert haben, bis auf 0,05 Proc. mit der wahren m.Hg Einheit übereinstimmend, wenn

1) Nach der benutzten Formel

$$W = \frac{l^2 \cdot \sigma}{Q} \cdot \frac{a + \sqrt{a} + \frac{1}{\sqrt{a}}}{3},$$

in welcher W den Widerstand des Normalrohrs, l seine Länge, Q das Gewicht, σ das specifische Gewichts des Quecksilbers und a das Verhältniß des größten zum kleinsten Querschnitte des Rohres bezeichnet.

2) Pogg. Ann. Bd. 113 S. 4.



sie, wie schon gesagt, bei einer um 10°,5 C. niedrigeren Temperatur gemessen werden, wie auf ihnen angegeben ist. Andere Widerstandsetalons, wie diese von den Herren Matthießen und Jenkin mit „Siemens 1864" bezeichneten, sind von mir nicht ausgegeben. Herr Matthießen stützt seine Behauptung, daß die von mir aufgestellten Einheiten nicht denselben Widerstand repräsentirten, auf Messungen, die Herr Jenkin, welcher als Juror der Londoner Ausstellung von 1862 functionirte, an zwei nach dem Gewichtssysteme eingerichteten, von 1 bis 10000 Einheiten reichenden Widerstandsscalen angestellt hat. Ob Hr. Jenkin richtig gemessen hat, als er zwischen diesen Scalen eine Differenz von 1,2 Proc. fand, weiß ich nicht. Ganz unbegreiflich ist es mir aber, wie Herr Dr. Matthießen derartige, technischen Zwecken dienende Widerstandsscalen mit Maaßetalons in eine Linie stellen und wie er eine so schwere Anschuldigung, wie er sie vorgebracht hat, ausschließlich auf die uncontrollirte Aussage eines Ausstellungsjurors basiren kann! Er sollte doch wissen, daß Berührungsstellen fester Metalle stets einen veränderlichen Widerstand hervorbringen, daß also die 20 Stöpselcontacte, welche der Strom bei diesen Scalen ganz oder theilweise durchlaufen muß, einen nachtheiligen Einfluß auf die Genauigkeit der Widerstandsangaben ausüben müssen. Er sollte ferner die großen Schwierigkeiten, die sich anfänglich der fehlerfreien Summirung von 10000 Einheiten entgegenstellten, zu würdigen wissen. Die eine dieser Scalen, von Herrn Matthießen mit „Siemens (London)" bezeichnet, war eine der ersten bereits im Jahre 1859 nach einer noch unvollkommenen Summirungsmethode zum eigenen technischen Gebrauche angefertigten, nach dem Gewichtssysteme eingerichteten Widerstandsscalen. Sie bildete den einen Widerstandszweig einer sogenannten Meßbrücke, mit welcher die Widerstandsmessungen während und nach der Legung des Kabels durch das rothe Meer nach Indien ausgeführt waren, und fand wegen des sich an diese erste Meßbrücke knüpfenden historischen Interesses Aufnahme in den Ausstellungsräumen, da mit ihrer Hülfe die bis dahin gebräuchlichen nichtssagenden Stromangaben bei submarinen Kabeln zuerst in exacte Widerstandsangaben verwandelt wurden. Diese älteren Meßbrücken wurden später von Neuem regulirt und mit den nach einer verbesserten Summirungsmethode angefertigten, von den Herren Matthießen und Jenkin mit „Siemens (Berlin)" bezeichneten Widerstandsscalen übereinstimmend gemacht. Herr Matthießen behauptet nun aber, daß auch diese später angefertigten Widerstandsscalen um etwa 0,5 Procent größer gewesen wären, wie die 1864 von mir ausgegebenen Widerstandsetalons. Er schließt dies aus dem Widerstande eines Kupferdrathes, welchen Herr Jenkin während der Ausstellung von 1862 mit dem der Scalen verglichen habe. Welche Temperatur der Kupferdrath bei beiden, vier Jahre aus einander liegenden Messungen hatte, ist nicht angegeben. War dieselbe nur um $1\frac{1}{2}$ C. verschieden, so erklärt sich dadurch die Differenz vollständig! Jedenfalls waren die Herren Matthießen und Jenkin nicht berechtigt, eine einzelne, von ihnen selbst angestellte, so zweifelhafte und unsichere Bestimmung dazu zu benutzen, in allen Tabellen der Berichte des Comité's so wie in ihren eigenen Mittheilungen neben der Columne „Siemens 1864" noch die beiden anderen: „Siemens (Berlin)" und „Siemens „London)" aufzuführen und dadurch den unrichtigen Schein zu verbreiten, als coursirten in der That von mir ausgegebene Etalons der m.Hg Einheit von so verschiedenem Widerstande!

Eine ähnliche Bewandniß hat es mit der mehrfach wiederholten Behauptung, daß

zwischen meinen Bestimmungen der m.Hg Einheit Differenzen von 1,6 Procent beständen, dies also die zu erreichende Gränze der Genauigkeit wäre. Es kommt allerdings in meiner ersten 1860 publicirten Arbeit über diesen Gegenstand eine solche Differenz vor. Ich habe aber damals auch den Grund angegeben, nämlich Temperaturschwankungen des zum Vergleich dienenden Kupferdrathes bis 3° C. und des mit Quecksilber gefüllten Normalrohrs bis 2° C. Es waren ferner absichtlich wenig cylindrische Röhren gewählt, da die beschriebenen Versuche nicht den Zweck hatten Normaletalons darzustellen, sondern den Beweis zu führen, daß die vorgeschlagene Methode zu einer solchen Darstellung geeignet sei. Für den praktischen Gebrauch war damals eine Genauigkeit von ½ Proc. ausreichend. Ist doch Herr Matthießen selbst in jener Zeit mit Werthangaben für die Leitungsfähigkeit der Metalle zufrieden, welche mehrere Procente von einander abweichen.

Die von mir ausgegebenen Widerstandsetalons sind sämmtlich nach den Werthen der dritten, durch Herrn Sabine ausgeführten Reproduction regulirt. Ein Blick auf diese Arbeit wird die Ueberzeugung geben, daß dieselbe mit größter Sorgfalt durchgeführt wurde, und daß die von mir behauptete Uebereinstimmung der angefertigten Etalons mit der wahren m.Hg Einheit innerhalb 0,05 Procent nicht auf zweifelhaften Mittelwerthen beruht, sondern, daß sämmtliche Normalröhren innerhalb dieser Gränze das gleiche Resultat geben. Diesen Messungen stellt Herr Matthießen nun seine eigenen gegenüber, welche einen um 0,8 Procent größeren Werth gegeben haben. Einen Grund für diese Abweichung oder für die Unzuverlässigkeit meiner Methode oder der Sabine'schen Messungen hat er nirgends angegeben. Mindestens hätte er seine Arbeit dann aber mit gleicher Sorgfalt anstellen und die benutzte Methode, wenn er sie nicht vollständig befolgen wollte, nicht in wesentlichen Punkten verschlechtern dürfen! Herr Matthießen wendet eine Correctionsformel für die conische Form der Röhren an, welche größere Abweichungen giebt, wie die meinige, da er sich das Rohr aus cylindrischen Stücken anstatt aus conischen zusammengesetzt vorstellt. Dadurch wird der berechnete mittlere Querschnitt kleiner, der berechnete Widerstand des Rohres mithin zu groß. Ferner füllt er das Rohr durch Eintauchen in eine mit Quecksilber gefüllte Rinne und hebt es aus diesem Bade, indem er seine Enden zwischen zwei Finger preßt. Natürlich werden dadurch die Rohrenden mit der weichen Haut seiner Fingerspitzen anstatt mit Quecksilber ausgefüllt, wodurch der Inhalt des Rohres zu klein, der berechnete Widerstand mithin zu groß wird. Eine Unrichtigkeit in gleichem Sinne kann möglicherweise auch noch daraus hervorgegangen sein, daß Herr Matthießen die Vorsicht nicht befolgt hat die zu vergleichenden Widerstände bei jeder Messung durch einen Commutator zu verwechseln und nur diejenigen Messungen als zuverlässig zu betrachten, welche sich zu 1000 ergänzen. Ohne diese Vorsicht erhält man sehr leicht falsche Messungen durch Erwärmung des dünnen Platindrathes der Brücke.

Sollten diese von Herrn Matthießen bei seiner Reproduction begangenen Fehler auch den bedeutenden, von ihm gefundenen Unterschied 0,8 Proc. noch nicht vollständig erklären, so genügen sie doch um zu zeigen, wie gering der Grad von Sorgfalt war, welchen er bei derselben aufgewendet hat. Als ein Beweis der Unrichtigkeit meiner Messungen und namentlich der sehr viel umfassenderen und genaueren Bestimmungen des Herrn Sabine können sie keinenfalls gelten.

Herr Jenkin bringt in seinem Aufsatze „Ueber die neue von der B. A. adoptirte elektrische Widerstandseinheit [1])" keine neuen Gesichtspunkte, verwerthet aber die schon behandelten Schlußfolgerungen und Versuche des Herrn Matthießen in noch ausgedehnterer Weise wie dieser. Von Interesse ist seine Mittheilung, daß vier von den von mir 1864 vertheilten Etalons der m.Hg Einheit von vier verschiedenen Beobachtern mit vier Copien der B. A. Einheit verglichen sind und die Werthe 1,0456; 1,0456; 1,0456 und 1,0457 ergeben haben. Es ist mithin der mittlere Werth dieser Beobachtungen oder 1,0456 multiplicirt mit dem Corrections-Coëfficienten für das richtige specifische Gewicht des Quecksilbers also $\frac{13,596}{13,557} \times 1,0456$ oder 1,0486 der Werth einer Einheit der B. A. in m.Hg Einheiten oder

$$1\,\mathrm{m Hg E} = 0,9536 \ \mathrm{B.\,A.\,E.}$$

Bei der nachgewiesenen noch bestehenden Unsicherheit des Verhältnisses der B. A. E. zur $10^7 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Einheit kann man mithin gegenwärtig einen in m. Hg Einheiten ausgedrückten Widerstand durch Abzug von 5 Proc. möglichst genau in 10^{10}faches Weber'sches Maaß oder 10^7faches $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ Maaß verwandeln.

Die historische Uebersicht über die Reihenfolge der Vorschläge von Widerstandsmaaßen und die Fortschritte im Gebiete der Widerstandsmessungen, welche Herr Jenkin seinem Aufsatze vorausschickt, veranlaßt mich noch zu einigen Bemerkungen zur Berichtigung mich betreffender Irrthümer und Uebergehungen.

Vollständige Widerstandsscalen von 1 bis 100 reichend mit dem Widerstande eines Kupferdrathes von einer Linie Durchmesser und einer geographischen Meile Länge bei 20° C. als Einheit, sind bereits seit 1848 in großer Zahl in dem Berliner Etablissement von Halske und mir angefertigt, vielfach beschrieben und weit verbreitet. Herr Jenkin sagt: „Bis zum Jahre 1850 waren Widerstandsmessungen bis auf wenige Ausnahmen auf das Laboratorium beschränkt; als aber zu dieser Zeit unterirdische und bald darauf unterseeische Telegraphenleitungen eingeführt wurden, erkannte bald der praktische Ingenieur, von welchem Vortheil ihm bei der Untersuchung und Einrichtung die Kenntniß der Elektricitätsgesetze wäre". Es sollte Hrn. Jenkin bekannt sein, daß bereits in den Jahren 1847 und 1848 unterirdische Leitungen von bedeutender Länge in Deutschland gebaut waren. Bei der Herstellung dieser Leitungen und bei der Ausführung der leider oft nothwendigen Fehlerbestimmungen nach den von mir beschriebenen Methoden hatte der praktische Ingenieur schon damals vielfach Gelegenheit, genaue Widerstandsmessungen anzustellen und den Nutzen der Kenntniß der Naturgesetze schätzen zu lernen! Vollständige, nach dem Gewichtssysteme eingerichtete, Widerstandsscalen von 1 bis 10000 Einheiten m.Hg wurden schon im Jahre 1859 vielfach bei den Kabelprüfungen, die meinem Bruder Wilhelm und mir in England oblagen, benutzt. Es wird Hrn. Jenkin noch in der Erinnerung sein, daß er selbst die Prüfungen des indischen Kabels in Birkenhead unter meiner Leitung mit Hülfe solcher Scalen ausführte. Er hätte in seiner „historischen Uebersicht" nicht vergessen sollen hervorzuheben, daß bereits in unserem Berichte über das Rothe-Meer-Kabel im Jahre 1859 die Leitungs- und Isolationsverhältnisse desselben

[1]) Pogg. Ann. Bd. 126, S. 369.



in m.Hg Einheiten angegeben waren, und daß die von uns hierbei befolgte Methode den Widerstand zu messen, welchen die isolirende Hülle dem elektrischen Strome entgegensetzt, und denselben mit dem aus dem specifischen Widerstande des isolirenden Materials berechneten Widerstande zu vergleichen, die Grundlage des von uns eingeführten rationellen Kabelprüfungssystems bildet, welches mit geringen Abweichungen in Methoden und Instrumenten noch jetzt allgemein in Anwendung ist. Hr. Jenkin hätte ferner den Vortrag [1]) meines Bruders in der 18ten Sitzung der British association nicht ganz mit Stillschweigen übergehen sollen, in welchem unser System der Kabelprüfungen vor, während und nach der Legung und der Fehlerbestimmung durch Widerstandsmessungen erschöpfend behandelt ist. Daß außer den von mir aufgestellten Fehlerbestimmungsmethoden noch andere vorhanden sind, ist mir bisher nicht bekannt geworden. Hinsichtlich der m.Hg Einheit giebt Hr. Jenkin Hrn. Marié Davy — ohne Anführung eines Publicationscitats*) — die Ehre des Vorschlages des Quecksilbers, als „eines für ein Normalmaaß passenden Materials", und vindicirt mir nur das Verdienst, „daß meine mit größter Sorgfalt angefertigten Rollen und Apparate die Beobachtung einer stricten Genauigkeit wesentlich gefördert hätten". Er verschweigt dabei, daß diejenigen, welche schon früher auf Quecksilber als ein geeignetes Material aufmerksam gemacht haben, keine Methode angaben, mit deren Hülfe sich genaue Etalons vermittelst Quecksilbers darstellen ließen.

Herr Jenkin wird selbst zugeben müssen, daß seine „historische Uebersicht" merkwürdig unvollständig ist!

---

1) Outline of the principles and practice involving in dialing with the electrical conditions of Submarine electric telegraphs by Werner and C. W. Siemens, Report of the British association, Oxford 1860; übersetzt in dieser Zeitschrift Jahrgang 1860 Bd. VII S. 111 und 195.

*) In dem Aufsatze: Récherches théoriques et expérimentales sur l'électricité considérée comme puissance mécanique. Deuxième mémoire; de l'unité de résistance in den Comptes rendus Tome LII. p. 845, Sitzung vom 29. April 1861, giebt Herr Marié Davy die Gründe an, weshalb das Quecksilber ihm das geeignetste Material für eine Widerstandseinheit erscheine, setzt den Widerstand eines Quecksilberfadens von 1 Meter Länge und 1 □Millimeter Querschnitt als Widerstandseinheit für seine vorliegenden Versuche fest und erwähnt, daß er diese Einheit schon bei seiner früheren Arbeit, im Jahre 1846, benutzt habe. Ob in der Publication der letzteren Untersuchungen (C. R. XXIII. p. 599 und Ann. de chim. et phys. 3. Serie XIX. p. 385) nähere Angaben über diese Einheit und deren Anfertigung sich finden und ob dieselbe dort als „Normal-Widerstandsmaaß" in Vorschlag gebracht ist, konnte ich nicht ermitteln, indem mir die Quellen augenblicklich nicht zugänglich waren. Dr. W. B.

Abänderung des Meidinger'schen Elementes.

Von **Krüger**,
Ober-Telegraphen-Inspector in Stettin.

(Hierzu die Kupfertafel I.)

Das Meidinger'sche Element in der Form, wie die Zeitschrift pro 1860 Seite 5 angiebt, ist bei etwa 60 Stationen des Inspectionsbezirks des Obengenannten seit 2 bis 3 Jahren im Gebrauch, im Allgemeinen mit sehr befriedigendem Erfolge. Die hervortretenden Mängel sind etwa die folgenden.

Die Oeffnung des mit Kupfervitriol gefüllten Cylinders verstopft sich, entweder durch mechanisch beigemengte Unreinigkeiten des Kupfervitriols, als Holzsplitter ꝛc. oder durch niedergeschlagenes metallisches Kupfer, oder durch Zinkvitriolcrystalle; es fließt dann Kupfervitriollösung nicht mehr aus und die Thätigkeit des Elements hört auf. Es kommt ferner vor, daß die Guttapercha, mit welcher der an den Kupfercylinder angelöthete Kupferdrath umhüllt ist, beschädigt wird; dann wird der Kupferdrath sehr rasch von der Bittersalz-(Zinkvitriol-) Lösung zerstört und der Widerstand im Element wird so groß, daß mit der Batterie nicht mehr gearbeitet werden kann.

Ebenso wird der Kupferdrath des Zinkcylinders, wenn derselbe in die Bittersalzlösung taucht, aufgelöst und dadurch eine Unterbrechung der Batterie hervorgebracht.

Diese Uebelstände sind bei einiger Aufmerksamkeit leicht zu vermeiden, wenngleich das Zerfressen des Kupferdraths in der Guttapercha dann öfter vorkommen wird, wenn die Guttapercha der außer Gebrauch befindlichen Kupferelemente, an trockenen Orten aufbewahrt, Risse erhalten hat.

Andere Mängel liegen jedoch in der Construction.

Zunächst hat die Flüssigkeitssäule, durch welche der Strom im Element vom Kupfer zum Zink strömt, an der Stelle, wo der Glastrichter in das kleine Glas taucht, einen sehr geringen Durchmesser und resultirt daraus ein großer wesentlicher Widerstand, der durchschnittlich sechs Siemens'sche Einheiten beträgt.

Die Ausströmung des gelösten Kupfervitriols erfolgt ferner in der Höhe der Unterkante des Zinkelements; bei der geringsten Diffusion tritt Kupfervitriol an das Zink, wird, ohne zur Stromerzeugung verwendet zu sein, zersetzt, löst das Zink auf, vermehrt die Menge des Zinkvitriols in der Flüssigkeit, und metallisches Kupfer schlägt am Zinkcylinder sich nieder.

Endlich wird mehr Kupfervitriol gelöst, als zur Unterhaltung eines constanten Stromes und bei anderer Placirung desselben, erforderlich *). In den Glascylinder tritt nämlich

*) In diesem Punkte kann ich der Ansicht des Herrn Verfassers nicht beitreten. Meinen Erfahrungen gemäß haben sogar die Schwankungen im Strome der Meidinger Batterie — namentlich wo dieselbe sehr stark

beständig Flüssigkeit ein, löst Kupfervitriol auf und fließt, specifisch schwerer geworden, wieder aus; diese Lösung des Kupfervitriols erfolgt in stärkerem Maaße, als wenn das Kupfervitriol auf den Boden des großen Glases gelegt wird, da man in fast allen Elementen nach einiger Zeit am Boden Kupfervitriolcrystalle findet.

Diese Uebelstände werden durch die folgende Construction beseitigt.

In einem Glase **A**, Tafel **I** (6 Zoll hoch, 4 Zoll Durchmesser) mit glatten Wänden steht ein hohler Kupfercylinder **B**, der bis zur Oberkante des Glases reicht, und am Fuße mit einem aufgebogenen Rande versehen ist, so daß er fest auf dem Boden aufsteht. An demselben sind unten zwei Schlitze von $1\frac{3}{4}$ Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite ausgeschnitten. Oben ist ein Kupferdrath zur Verbindung mit dem Zinkelement angelöthet. Das Zinkelement ist durch einen gegossenen Zinkring **C** von 3 Linien Dicke gebildet, der oben mit vier angegossene Zinknasen auf den Rand des Glases aufliegt und einen solchen Umfang hat, daß er bequem in das Glas paßt. Ein hervorragender Ansatz d des Zinkringes erlaubt das Ansetzen einer Messingschraube g und wird in das Schraubenloch **a** derselben der Kupferdrath des Kupfercylinders befestigt.

Beim ersten Ansetzen einer Batterie werden dann per Element circa 5 Loth Bittersalz in Wasser gelöst, das Element mit der Lösung bis etwa 1 Zoll vom Rande gefüllt und 10 bis 15 Loth Kupfervitriol durch die obere Oeffnung des Kupfercylinders geworfen.

Mit der Zeit vermehrt sich die Menge des, durch die Elektrolyse des Kupfervitriols erzeugten, Zinkvitriols, die Flüssigkeit wird specifisch schwerer und endlich kann die Menge des Zinkvitriols nicht mehr gelöst erhalten werden; es krystallisirt aus, und legt sich auch in feinen Nadeln um das Kupfervitriol, dadurch die Lösung desselben und die active Thätigkeit des Elements verhindernd. Ehe jedoch so das vollständige Versagen der Batterie eintritt, zeigt sich in der Batterie auch nach stundenlanger Ruhe nur sehr wenig Kupfervitriol gelöst, weil die Kupfervitriollösung in der specifisch schweren Zinkvitriollösung nur sehr langsam aufsteigen, diffundiren kann. Wenn man also bemerkt, daß bei ungeschlossener Batterie in einem Element nach einiger Ruhe die Kupfervitriollösung kaum über das vorhandene Kupfervitriol ansteigt, so ist es Zeit, dasselbe zu erneuen.

Beim Neuansetzen ist es jedoch nicht erforderlich, Bittersalz zu verwenden, sondern es wird aus der alten Batterie dazu die (concentrirte) Zinkvitriollösung genommen. Man gießt aus jedem Glase etwa die Hälfte der Flüssigkeit, soweit sie ohne alle Kupfervitriollösung, ohne blaue Färbung, ist; mit 1 Theil dieser Zinkvitriollösung vermischt man 5—6 Theile Wasser und verwendet das Gemisch ebenso zum Ansetzen der Batterie, wie früher die Bittersalzlösung. Ist die aus den Gläsern gegossene Flüssigkeit noch etwas bläulich gefärbt, enthält dieselbe also

---

in Anspruch genommen wird — in den allermeisten Fällen ihren Grund gerade in dem Umstande, daß die Auflösung des Vitriols nicht schnell genug erfolgt, um den durch die Elektrolyse herbeigeführten Verlust sofort wieder zu ersetzen. Ich bin der Ansicht, daß die Vitriolkrystalle sich gar nicht schnell genug lösen können und würde dieselben daher nicht auf den Boden des Glases, sondern auf einen im Kupfercylinder, etwas oberhalb der Ausschnitte anzubringenden Siebboden legen; die Stärke der Diffusion scheint wesentlich durch den Abstand des Zinks von der Kupfervitriollösung bedingt zu sein, und diesen kann man beliebig ändern, indem man die Ausschnitte mehr oder weniger weit hinaufreichen läßt, denn bei der angedeuteten Einrichtung wird die Kupfervitriollösung stets mit der Oberkante des Ausschnittes abschneiden. Dr W. B.



noch Kupfervitriollösung, so werden in dieselbe einige Stücke alten Zinks gethan, wodurch nach 1 oder 2 Tagen alles Kupfer ausgeschieden, dieselbe ganz ungefärbt erscheint und nun zum Ansetzen der Batterie brauchbar ist.

Auf der Station Stettin ist die oben beschriebene Batterie mit einer geringen Modification des Zinkcylinders seit länger als 2 Jahren im Gebrauch.

Es werden mit 18 Elementen (in zwei Reihen von je 9 geschaltet) 18 bis 20 Schreiber ohne alle Schwierigkeit in Thätigkeit gehalten.

Mit 56 dergleichen, hintereinander geschaltet, werden 19 Linien betrieben, darunter die Leitungen nach Danzig, Breslau, Hamburg, die eine Länge von circa 50 Meilen haben; nach Conitz, 40 Meilen Leitungslänge mit 9 eingeschalteten Zwischenstationen, wovon jede mit Relais, Blitzableiter, Galvanometer etwa 5 bis 6 Meilen Widerstand besitzt u. s. w.

Die Beobachtung einer und derselben Linienbatterie von 56 Elementen ergab folgende Resultate:

	Widerstand in Siemens'schen Einheiten	elektromotorische Kraft	pro Element Widerstand	pro Element elektromotorische Kraft
22. Mai	135,1	781,2	2,4	13,9
11. Juni	150,2	786,6	2,7	14,0
25. Juli	131,4	748,0	2,3	13,4

Verarbeitet sind während dieser Zeit täglich 800—1200 Depeschen, im Durchschnitt also etwa 1000 pro Tag.

Demgemäß hat der Widerstand in der Batterie Schwankungen unterlegen, die etwa 10 pCt. betragen, während die elektromotorische Kraft am 25. Juli nur 4 pCt. geringer war, als am 22. Mai, am Tage nach dem Ansetzen der Batterie. Uebrigens ist der Widerstand in der Batterie nicht so sehr abhängig von der Menge des gelösten Zinkvitriols, als von der Entfernung der Kupfervitriollösung vom Zink.

Messungen die angestellt wurden, nachdem die Batterie einige Zeit unthätig war, die Kupfervitriollösung also dem Zinkcylinder sich genähert hatte, ergaben einen weit geringeren Widerstand, als solche, die unmittelbar nach angestrengter Thätigkeit gemacht wurden, wo die Kupfervitriollösung dicht über dem Kupfervitriol stand. Die Dauer der Batterie ist im Allgemeinen von der zunehmenden Concentration der Zinkvitriollösung abhängig, davon, ob noch genügend Kupfervitriol in der Zinkvitriollösung sich auflösen kann, bis endlich die auch auf den Kupfervitriol sich ansetzenden Crystalle von Zinkvitriol jede Lösung von Kupfervitriol, und damit die Thätigkeit der Batterie aufhören lassen.

Eine Batterie, die Tag und Nacht eine größere Anzahl thätiger Linien speist, wird bei dem starken Verbrauch an Kupfervitriol, der correspondirenden Erzeugung von Zinkvitriol vielleicht schon nach 4 Wochen erneut werden müssen. — In Stettin ist die Erneuerung der Linienbatterie alle 6—10 Wochen erforderlich gewesen — im Sommer bei höherer Zimmertemperatur, der größeren Lösbarkeit des Zinkvitriols wegen, hat dieselbe seltener erneut werden müssen, als im Winter. Auf kleinen Stationen, bei geringer Thätigkeit, ist die Erneuerung oft erst nach Jahresfrist erforderlich, ja ich habe Elemente gesehen, die nach zweijährigem anhaltenden Gebrauch noch thätig waren. Freilich war aber auch überall Zinkvitriol in langen Nadeln auscrystallisirt.

Uebrigens wirken mancherlei Nebenumstände auf die Dauer des Elementes ein; enthält das zum Ansetzen benutzte Wasser, das Bittersalz, das Kupfervitriol eine geringe Menge eines salzsauren Salzes, so wird dadurch die Diffusion eine sehr bedeutend größere und das Element wird sehr viel früher, als sonst, mit Zinksalzen überladen, unbrauchbar werden *).

Das schon vorhandene Batteriematerial kann leicht zu einer Batterie mit geringem Widerstande benutzt werden.

Man läßt Trichter und kleines Glas fort, nietet an den kleinen Kupfercylinder mit Guttaperchadrath — um ihm einige Stabilität zu geben — unten zwei kurze aufgebogene Streifen von Kupferblech an, so daß dieselben an dem Glase federnd anliegen, und verwendet Kupfervitriol in Crystallen ohne Staub, damit nicht beim Herabsinken desselben in die Flüssigkeit zuviel sich auflöst und unelektrolytisch durch den Zinkcylinder niedergeschlagen wird.

Auch in öconomischer Beziehung empfiehlt sich diese Aenderung des Meidinger'schen Elementes, da Trichter, kleines Glas, Deckel in Wegfall kommen und das große cylinderförmige Glas viel billiger zu beschaffen ist, als das mit Absatz versehene, bisher gebräuchliche, Bittersalz auch nicht mehr — außer beim ersten Ansetzen — zu beschaffen ist.

Die großen Kupfercylinder werden bei geringer Thätigkeit in der Linienbatterie leicht von der Zinkvitriollösung zerfressen und können, um dies zu verhindern, mit Firniß (mit Asphaltlack) von ihrer Oberkante bis zum Einschnitt bei f überzogen werden. Die Kupfercylinder in Batterien mit Ruhestrom werden in der Weise nicht angegriffen, sondern durch das niedergeschlagene Kupfer immer schwerer; auch in der Localbatterie überwiegt der Niederschlag bedeutend den Angriff durch die Zinkvitriollösung und ist auch für diese Elemente ein Ueberzug mit Firniß nicht erforderlich.

Das oben beschriebene Krüger'sche Element stimmt im Princip überein mit der bei den französischen Telegraphen seit Jahren gebräuchlichen sogenannten Callaud'schen Batterien, von der es sich nur in der Form unterscheidet.

Dasselbe wird jetzt, in etwas abgeänderter Construction, die in Fig. 6 und 7, Taf. I abgebildet ist, ausgedehntere Anwendung auf den preußischen Stationen finden. Der Kupfercylinder hat an seinem unteren Ende statt der zwei breiten Ausschnitte, drei schmälere erhalten. Der Zinkring hat einen etwas geringeren Durchmesser und eine geringere Breite, so daß er sich ganz innerhalb der Bittersalzlösung befindet, nur drei Fortsätze desselben ragen aus dem Glase hervor und ruhen mit seitlich angegossenen Nasen auf dem Rande des Glases; oberhalb dieser Nasen sind die Fortsätze durchbohrt und durch die Löcher sind Holzpflöcke bis gegen den Kupfercylinder geschoben, um diesen stets in der Mitte des Glases zu halten und jede Berührung zwischen dem Zink und dem Kupfercylinder zu verhüten.

---

*) In diesem Falle, sowie wenn das Bittersalz mit Glaubersalz verunreinigt ist, entstehen auch unlösliche Doppelsalze, welche die Kupfervitriolstücke umhüllen und sie dadurch der Auflösung entziehen. D. Red.



Beschreibung der Einheit.	Namen de	Smith	Matthießen	Varley	Deutsche Meilen	Bemerkungen.
Absolute $\frac{\text{Fuß}}{\text{Secunde}} \times 10^7$ elektromagnetische Einheiten (neue Bestimmung)	Abso $\frac{\text{Fuß}}{\text{Secund}}$	0,02924	0,02243	0,01190	0,005307	Berechnet nach der B. A. Einheit.
Absolute $\frac{\text{Fuß}}{\text{Secunde}} \times 10^7$ elektromagnetische Einheiten (alte Bestimmung)	Thomso he	0,03071	0,02357	0,01251	0,005574	Nach einer alten Bestimmung von Weber.
25 Fuß eines gewissen Kupferdrathes von 345 Grain Gewicht	Jac	0,06106	0,04686	0,02486	0,01108	Keine Messung angestellt; Verhältniß von Siemens (Berlin) und Jacobi's Einheit aus „Weber's Galvanometrie".
Absolute $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}} \times 10^7$ elektromagnetische Einheiten, bestimmt von Weber (1862)	Weber's $\frac{\text{Meter}}{\text{Secund}}$	0,08817	0,06767	0,03591	0,01655	Nach einer 1862 ausgeführten Bestimmung eines von Prof. Thomson gesandten Normalmaaßes; sie stimmt nicht überein mit Weber's eigenen Messungen von Siemens' Einheiten; nach Weber ist eine Siemens Einheit. $= 1{,}025 \times 10^7 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$
Ein Meter reinen Quecksilbers von 1 Quadratmillimeter Durchschnitt bei 0° C.	Siemen	0,09117	0,07047	0,03737	0,01666	Von drei von den Herren Siemens ausgegebenen Widerstandsrollen.
desgl.	Siemen	0,09227	0,07081	0,03757	0,01675	Von Widerstandsrollen, ausgestellt 1862 von den Herren Siemens, Halske u. Co. (gut abgeglichen).
desgl.	Siemen	0,09337	0,07166	0,03802	0,01695	desgl.
British Association Einheit	B. A. Ei Oh	**0,0959**	**0,0736**	**0,03905**	**0,01741**	gleich 10 000 000 $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ nach den vom Comité angestellten Versuchen.
Ein Kilometer Eisendrath von vier Millimeter Durchmesser (Temperatur unbekannt)	Dig	0,8889	0,6822	0,3620	0,1613	Von Widerstandsrollen, ausgestellt 1862 (ziemlich gut ajustirt).
desgl.	Bré	0,9365	0,7187	0,3814	0,1700	Von Widerstandsrollen, ausgestellt 1862 (mit wenig Sorgfalt abgeglichen).
desgl.	Sm	1,000	0,7675	0,4072	0,1815	Von Widerstandsrollen, ausgestellt 1862 (schlecht abgeglichen).
Eine englische Normalmeile reinen weichen Kupferdrathes von $\frac{1}{16}$ Zoll Durchmesser bei 15°,5 C.	Matt	1,303	1,000	0,5306	0,2365	Von einer von Dr. Matthießen geliehenen Widerstandsrolle (aus Neusilber verfertigt).
Eine englische Normalmeile von einer besonderen Sorte Kupferdrath, $\frac{1}{16}$ im Durchmesser	Var	2,456	1,885	1,000	0,4457	Von Widerstandsrollen, geliehen von Herrn Varley (gut abgeglichen).
Eine deutsche Meile = 8238 Yards Eisendrath, $\frac{1}{6}$ Zoll im Durchmesser. (Temperatur unbekannt) [1]	Deutsch	5,509	4,228	2,243	1,000	Von Widerstandsrollen, ausgestellt 1862 von den Herren Siemens, Halske u. Co. [1]).

1) Die Herren Siemens stellen je

In unserm Verlage ist unter andern erschienen:

Brix, A. F. W., Königl. Geh. Regierungs-Rath, Lehrbuch der Statik fester Körper, in elementarer Darstellung mit besonderer Rücksicht auf technische Anwendung. 2te, gänzlich umgearbeitete Auflage. Erste Abtheilung: Die Lehren der reinen Statik enthaltend, mit 12 Figurentafeln und einem Anhange, eine Zusammenstellung der wichtigsten Theorien aus der niedern Analysis, Curvenlehre und Stereometrie. gr. 8. geh. $3\frac{1}{2}$ Thlr.

Brix, Dr. P. W., Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigeren Brennstoffe des Preußischen Staates. Im Auftrage des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen und mit Unterstützung des Königlichen Ministeriums für Handel und Gewerbe ausgeführt und herausgegeben. gr. 4. $7\frac{1}{2}$ Thlr.

Grapow, H., Königl. Baumeister, Zusammenstellung der Bestimmungen für das Bauwesen im preußischen Staate aus den Jahren 1845 bis 1852. (Ausschließlich des Wege- und Eisenbahnbaues.) gr. 8. geh. 15 Sgr.

———, Anleitung zur Aufsicht bei Bauten. Mit 14 Figurentafeln und vielen Tabellen. gr. 8. brosch. $1\frac{5}{6}$ Thlr.

Henz, L., Königl. Geheimer Regierungs-Rath, Hülfstafeln bei Berechnung des Inhalts von Erdarbeiten beim Bau der Eisenbahnen, Chausseen und Kanäle. gr. 8. geh. $2\frac{2}{3}$ Thlr.

———, Praktische Anleitung zum Erdbau. gr. 8. Mit einem Atlas in 4. $4\frac{2}{3}$ Thlr.

———, Normalbrücken und Durchlässe nebst den zur Veranschlagung derselben erforderlichen Raum-Ermittelungen. Mit 22 Kupfertafeln. gr. 8. geh. $1\frac{2}{3}$ Thlr.

Ingenieur's Taschenbuch. Herausgegeben von dem Verein „die Hütte". 6te Aufl. 8. 1 Thlr. 15 Sgr.

Malberg, A., Königl. Regierungs- und Baurath, Ueber Construction von Laschenverbindungen der Eisenbahnschienen in den Stößen und Verwendung von Stahl zu denselben, nebst einem Anhange, enthaltend: Beschreibung einer neuen Methode der Regeneration des verbrannten Stahls. Mit 2 Kupfertafeln und mehren Holzschnitten. 4. br. 20 Sgr.

———, Die Literatur des Bau- und Ingenieur-Wesens der letzten 30 Jahre, oder Verzeichniß der vornehmlichsten Werke in deutscher, französischer, englischer, italienischer, holländischer u. s. w. Sprache, welche die genannten Fächer betreffen. gr. 8. geh. 18 Sgr.

Manger, J., Königl. Bau-Inspektor, Professor und ordentl. Lehrer des Königl. Gewerbe-Instituts, Blätter für die gewerbliche Baukunde. Zum Gebrauche für Bauhandwerker, Baumeister, Fabrikanten und Landwirthe, sowie als Zeichnen-Vorlagen in Real- und Gewerbe-Schulen. Heft 1. Feuerungs-Anlagen. Mit 6 Kupfertafeln in Folio. $1\frac{2}{3}$ Thlr.

Dasselbe. Heft 2. Runkelrüben-Zuckerfabrikation. Mit 7 Kupfertafeln. $1\frac{5}{6}$ Thlr.

Dasselbe. Heft 3. Flachsgarnspinnereien. Mit 6 Kupfertafeln. $1\frac{2}{3}$ Thlr.

Dasselbe. Heft 4. Brennereien. Mit 6 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 5. Färbereien. Mit 6 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 6. Brauereien. Mit 7 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 7. Tuchfabrik-Anlagen. Mit 6 Kupfertafeln. $1\frac{2}{3}$ Thlr.

Dasselbe. Heft 8. Kattundruckereien. Mit 6 Kupfert. $1\frac{5}{6}$ Thlr.

Minding, Ferd., Prof. der Mathematik an der Universität zu Dorpat, Sammlung von Integraltafeln zum Gebrauch für den Unterricht an der Königl. Bau-Akademie und dem Königl. Gewerbe-Institut. Im Auftrage des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten bearbeitet. Lex. 8. geh. $1\frac{1}{6}$ Thlr.

Pleßner, Fr., Königl. Preuß. Eisenbahnbaumeister, Notizen zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preis-Ermittelungen und einem Anhange: Vergleichende Zusammenstellung der hauptsächlichsten Oberbausysteme bei deutschen Eisenbahnen. Mit 4 Kupfertafeln und vielen Holzschnitten. 2 Thlr.

Sammlung von Zeichnungen aus dem Gebiete der Wasserbaukunst, mit besonderer Rücksicht auf den Brückenbau. Für das Studium und den praktischen Gebrauch zusammengetragen unter Leitung des Herrn Prof. Schwarz, und zum Umdruck gezeichnet von Studirenden der Königl. Bau-Akademie in Berlin. 33 Tafeln in größtem Doppelfolio. $4\frac{2}{3}$ Thlr.

Desselben Werkes zweiter Theil 21 Tafeln in größtem Doppelfolio. $3\frac{1}{3}$ Thlr.

Weishaupt, Th., Königl. Geh. Regierungs-Rath, Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen, angestellt im Sommer 1851 auf Veranlassung des Königl. Ministeriums für Handel Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Mit Holzschnitten und lithogr. Zeichnungen. Fol. geh. 3 Thlr.

Wiebe, F. K. H., Königl. Prof. und Lehrer an der Königl. Bau-Akademie und dem Gewerbe-Institut, Die Lehre von den einfachen Maschinentheilen, bearbeitet für den Unterricht an den Königl. Preuß. techn. Lehranstalten, sowie zum Gebrauche beim Entwerfen und Construiren von Maschinen und zum Selbst-Studium. In 2 Bänden. Mit einem Atlas von 40 Taf. Folio in aquatinta und vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Erschienen ist:

(Band I. mit 24 Kupfertafeln $5\frac{2}{3}$ Thlr.)
(Band II. mit 26 Kupfertafeln $7\frac{1}{3}$ Thlr.)

Zeitschrift für Bauwesen. Herausgegeben unter Mitwirkung der Königl. techn. Bau-Deputation und des Architekten-Vereins zu Berlin. Redigirt von G. Erbkam, Königl. Bau-Rath im Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. 1866. Preis des Jahrgangs von 12 Heften mit circa 90 Kupfert. in Folio und 4to. $8\frac{2}{3}$ Thlr.

Dasselbe. Jahrgang 1851—1865 à $8\frac{2}{3}$ Thlr.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redigirt von Dr. P. Wilhelm Brix.

Jahrgang XIII.

Inhalt:

Heft 2 und 3.

Berlin, 1866.

Verlag von Ernst & Korn.

(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung.)

(Vollständige Jahrgänge dieser Zeitschrift sind nur noch vom II. Jahrgange ab, zu beziehen. Jahrgang I. ist vergriffen.)

Zur Aufnahme in diese Zeitschrift bestimmte Beiträge und Mittheilungen, sowie alle deren Redaction betreffende Briefe und Zusendungen werden unter der Adresse des Redacteurs, oder unter der Adresse: Redaction der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins, Johannisstr. 10, erbeten.



Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redacteur Dr. **P. W. Brix.** Verlag von **Ernst & Korn.**

Heft II und III. **Jahrgang XIII.** 1866.

Neuer Regulator für den Morse-Schreibapparat.

Von **Siemens** und **Halske.**

(Hierzu die Kupfertafel II.)

Bei dem gewöhnlichen alten Morseschreiber, dessen Räderwerk durch ein Gewicht in Bewegung gesetzt wird, wird bekanntlich die erforderliche gleichmäßige Geschwindigkeit des ablaufenden Papierbandes in sehr einfacher Weise durch einen auf der am schnellsten rotirenden Welle des Räderwerks unwandelbar befestigten Windfang herbeigeführt. Für Apparate deren Räderwerk durch eine spiralförmig aufgewickelte Feder in Bewegung gesetzt wird, bei denen also die treibende Kraft nicht constant ist, sondern sich ändert, je nachdem die Feder ganz aufgezogen oder schon mehr abgelaufen ist, haben die Herren Siemens und Halske schon früher einen beweglichen Windfang construirt, der im IX. Bande dieser Zeitschrift (1862) Seite 207 und Tafel XIII. beschrieben und abgebildet ist.

In beiden Fällen wird aber nur erreicht, daß eine von den Constructionsverhältnissen, den Dimensionen des Windflügels und der Größe der bewegenden Kraft abhängige, vorher bestimmte mittlere Geschwindigkeit des Papierbandes nahezu gleichförmig erhalten wird; ein wesentlich schnelleres oder langsameres Ablaufen des Papieres würde sich nur etwa durch Abänderung der bewegenden Kraft, durch Veränderung der Dimensionen der Windfahne rc. herbeiführen lassen. Für die gewöhnlichen Morseapparate, welche die vom Telegraphisten der anderen Station mit der Hand am Schlüssel gegebenen Zeichen aufzunehmen haben, lag indeß auch kein dringendes Bedürfniß vor, die Geschwindigkeit des ablaufenden Papieres nach Belieben wechseln zu können; ist bei einem Apparat die Geschwindigkeit mit der das Papier abläuft etwas größer als

bei dem anderen, oder telegraphirt ein Beamter etwas langsamer als der andere, so hat dies keine andere Folge, als daß die Schrift bald etwas gesperrter bald etwas gedrängter ausfällt, ohne dadurch unleserlich zu werden.

Anders aber liegen die Verhältnisse für die Morseschreiber, welche die Schrift des Siemens-Halske'schen Typenschnellschreibers aufzunehmen bestimmt sind. Hier kann die Geschwindigkeit mit der die Typenschiene unter dem Contacthebel fortgleitet in viel weiteren Grenzen schwanken, und der jedesmaligen Geschwindigkeit muß stets die Geschwindigkeit des ablaufenden Papieres am Empfangsapparat der anderen Station wenigstens einigermaßen angepaßt sein, wenn die Schrift lesbar bleiben soll; immer aber muß sie sehr viel größer sein, als bei den gewöhnlichen Apparaten. Ueberdies kommt es bei den mit diesen Apparaten besetzten Linien häufig vor, daß, theils bei Einleitung der Correspondenz, theils bei irgendwelchen vorkommenden Unordnungen oder Störungen, auf den Betrieb bezügliche dienstliche Bemerkungen mit dem Schlüssel abtelegraphirt werden müssen. Für diese Corresspondenzen ist die Geschwindigkeit mit der das Papierband des Schnellschreiber-Morse abläuft viel zu groß; man mußte daher seither neben letzterem noch einen gewöhnlichen Morse aufstellen der nach Bedürfniß statt jenes in die Linie eingeschaltet werden konnte, oder man mußte alle solche Betriebsbemerkungen auf einer anderen Leitung abtelegraphiren, was aber für den Betrieb dieser zweiten Leitung vielfach störend war.

Für dergleichen Schnellschreiber-Morse bot sich also die Aufgabe: den Geschwindigkeitsregulator so zu construiren, daß nicht nur die Ablaufgeschwindigkeit des Papierbandes gleichförmig wird — und zwar in noch höherem Maße als bei den gewöhnlichen Morseapparaten erforderlich ist — sondern, daß auch diese Geschwindigkeit durch eine leicht und schnell ausführbare Verstellung von Theilen in weiten Grenzen geändert werden kann. Diese Aufgabe haben die Herren Siemens und Halske durch die auf Tafel II. Figur 1 in Seitenansicht, Figur 2 in Oberansicht dargestellte Vorrichtung gelöst.

Die Idee der Windflügel ist hier ganz verlassen; an ihre Stelle sind zwei mittelst dünner elastischer Stäbe an einer schnell rotirenden Axe befestigte Kugeln getreten, die unter dem Einfluße der Rotation, in Folge der Centrifugalkraft, auseinander fliegen und zwei an ihnen befestigte Federn mit mehr oder weniger Reibung (je nach der Geschwindigkeit) gegen die Innenseite eines sie umgebenden feststehenden Cylindermantels drücken.

vv in Figur 1 ist die letzte, am schnellsten rotirenden Welle des Räderwerkes; das das auf ihr befestigte Zahnrad V (Fig. 2) greift in eine am oberen Ende der vertical stehenden Regulatorspindel AA befindliche Schraube ohne Ende S und setzt die Spindel in schnelle Rotation. Unterhalb des Schraubenganges S ist auf der Spindelaxe das Klötzchen b angeschraubt, an welcher die die Kugeln GG tragenden elastischen Stahllamellen hh befestigt sind. An der Außenseite der Kugeln befinden sich die Federn ff, deren Gestalt die Fig. 2 zeigt; sie legen sich beim Auseinanderfliegen der Kugeln an die cylindrische Innenseite der flachen, offenen Dose MM, welche auf dem Metallstück K, das auch das untere Zapfenlager der Regulatorspindel trägt, unverrückbar befestigt ist, wie aus Figur 1 ersichtlich. Der Boden der Dose ist mit einer centrischen kreisförmigen Durchbohrung von solcher Weite versehen, daß nicht nur die Spindel selbst, sondern auch die an ihrem unteren Ende befestigte Frictionsscheibe p frei hindurchtreten kann. Das Anlegen des um den Stift q drehbaren Hebels PP —

dessen Gestalt man in Figur 2, namentlich an der punktirt angedeuteten Stellung P,P, erkennt — an diese Frictionsscheibe bewirkt, wie gewöhnlich, die Arretirung des Räderwerks und des Papierbandes.

Durch die bisher beschriebene Construction aber würde der beabsichtigte Zweck noch nicht erreicht werden. Um die resultirende gleichförmige Ablaufgeschwindigkeit nach Belieben ändern zu können, muß man ein Mittel in Händen haben, die Reibung der Federn ff in der Trommel M auch unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit ändern zu können. Dies bewirkt der Theil C, welcher durch die Gabel D gehalten wird und mittelst derselben verstellt werden kann. Es ist dies eine kleine, in der Axe centrisch durchbohrte und um jedes Schlottern zu vermeiden, durch eine aufgeschlitzte Büchse c verlängerte kleine Metalltrommel, welche auf den cylindrischen Theil der Regulatorspindel AA lose aufgestreift ist und längs derselben sich leicht verschieben läßt. In Fig. 3 ist dieselbe besonders gezeichnet. Parallel der Axe ist dieselbe an zwei diametral gegenüberstehenden Stellen mit zwei Oeffnungen von rechteckigem Querschnitt gg durchbohrt, durch welche die Lamellen hh treten; in den Rand der Trommel ist eine breite und tiefe Rinne eingedreht. In diese Rinne greifen — ebenfalls an zwei einander diametral gegenüberstehenden Stellen — die an dem Zinken der Gabel D befindlichen Frictionsröllchen dd; sie halten also die Trommel C in einer gewissen Höhe, ohne deren Rotation zu behindern.

Die Gabel D ist ihrerseits an der mittelst des Knopfes F in verticalem Sinne in einer Führung verschiebbaren Schiene E befestigt, und kann also mittelst des Knopfes F nach Belieben gehoben oder gesenkt werden. Bei einer solchen Aenderung der Stellung von D folgt die Rolle C und da erst unterhalb dieser Rolle die die Kugeln tragenden Lamellen h auseinandergehen können, so ändert man durch Verschiebung von D die Länge des in Wirksamkeit kommenden Theiles der Lamellen h und dadurch auch die Größe der Reibung der Federn f an der inneren Mantelfläche von M. Ist D ganz in die Höhe gezogen, wie in Figur 1 punktirt angedeutet, so fliegen die Kugeln weit auseinander, drücken die Federn ff mit großer Kraft gegen die Bremsfläche M und die Bewegung wird so stark verlangsamt, daß das Papier nicht schneller abläuft als beim gewöhnlichen Morse und daß man also die mit der Hand gegebene Schrift ohne Schwierigkeit aufnehmen kann. Wird dagegen D ganz heruntergeschoben (wie in Figur 1 gezeichnet), so ist die Länge der Lamellen h so verkürzt, daß die Federn kaum noch, wenn überhaupt, die Fläche M berühren; die Verzögerung der Bewegung ist außerordentlich gering und das Papier läuft mit einer so großen Geschwindigkeit ab, wie für den Schnellschreiber nur irgend erforderlich ist. Durch die Zwischenstellungen von D kann man also jede beliebige Ablaufgeschwindigkeit des Papiers innerhalb dieser Grenzen erzielen.

Zweihändige Telegraphie*).

Von **Sigmund Tappilleri,**
K. K. Oesterreichischer Ober-Telegraphist.

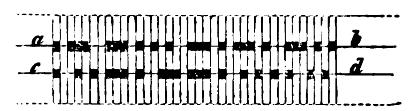
Unzweifelhaft wünschenswerth und von großem Vortheile wäre die Kunst, mit beiden Händen dem Texte nach Verschiedenes zu gleicher Zeit telegraphiren zu können. Wie gewandt aber auch ein Telegraphist sein mag, wird es ihm auf gewöhnlichem Wege doch niemals gelingen, sich diese Kunst vollkommen eigen zu machen.

Die praktische Ueberzeugung von diesem Umstande hat mir den Gedanken aufgedrungen ein System zu suchen, nach welchem sich eine Schule zur Erlernung des Beidhändigtelegraphirens aufstellen läßt, und indem ich dieß gefunden, lasse ich hier einen Auszug der daraus entstandenen Schule folgen.

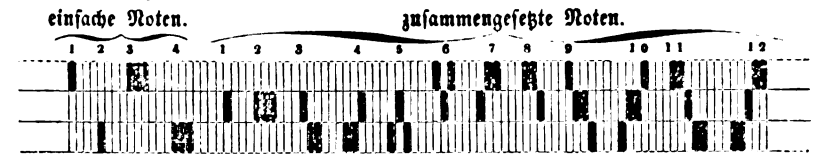
Das Hauptmoment im Beidhändigtelegraphiren ist die Ueberwindung des physischen Hindernisses, daß die eine Hand immer gerne den Bewegungen der anderen folgt. Dieses Hinderniß wird gehoben, wenn die Bewegungen der beiden Hände einen gewissen Rhythmus zu Grunde haben.

Auf diese Weise nähert sich dann diese Kunst der Handhabung eines musikalischen Instrumentes und zunächst des Fortepianos.

Das Tempo ist durch die Aufeinanderfolge der einzelnen gleichen Zeittheilchen, welche durch Morse'sche Punkte und Pausen als Einheiten, und dergleichen Striche als deren Vielfache bedungen sind, gegeben, und wird durch senkrechte, gleich weit von einander abstehende Parallel-Linien versinnlicht. Diese Linien und die in ihren Zwischenräumen eingezeichneten telegraphischen Schriftzeichen in entsprechender Weise dargestellt, bilden zusammen ein Notensystem (siehe Fig. 1).



Die Figur der Noten entsteht aus der Verbindung resp. Zusammenfassung der innerhalb der Linien in zwei Reihen verzeichneten Morse'schen Zeichen. Die Anzahl der unter einander verschiedenen Noten ist durch die möglichen Combinationen gegeben, welchen zwei Reihen von Morse'schen Zeichen als solche in Bezug auf ihre zufällige Aufeinanderfolge in den Linienzwischenräumen, unterliegen. Im Ganzen giebt es deren 4 einfache und 12 zusammengesetzte (siehe Fig. 2).



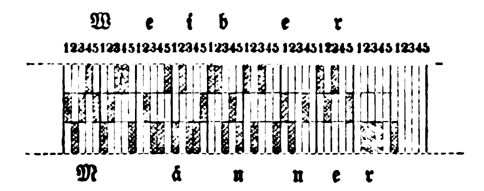
*) Der Herr Verfasser nennt in seinem Manuscript die im vorliegenden Aufsatze behandelte Kunst „Doppeltelegraphie"; wir haben uns erlaubt diese Benennung zu ändern um Irrungen zu vermeiden, da der Ausdruck Doppeltelegraphie mit einer anderen Bedeutung, nämlich für die gleichzeitige Beförderung zweier Depeschen auf einem Drathe in gleicher Richtung, in der technischen Sprache der Telegraphie, sich bereits allgemein eingebürgert hat. D. Red.



Die durch die Notenlinien (nur zum genauen Verständniß) gezogenen beiden Horizontallinien (ab und cd) dienen als Erleichterung der Uebersicht des Entstehens der Noten. Oberhalb der oberen dieser Linien werden die Morse-Zeichen eingeschrieben, welche mit der rechten Hand abzuspielen kommen, während der Raum unterhalb der zweiten Linie für die mit der linken abzuspielenden Zeichen bestimmt ist. Der mittlere Raum aber dient zur Verbindung der jeweilig mit beiden Händen zugleich abzuspielenden Zeichen oder Zeichentheile der Morse'schen Schrift.

Die Note 6 entsteht folgendermaßen: In der oberen Reihe steht ein Morse'scher Strich aus drei Einheiten (Tempo) bestehend, während in der unteren Reihe ein Punkt in einem Tempo und zwar in dem zweiten vorkommt. Im ersten Tempo wird man daher mit der rechten Hand zu tasten haben, im zweiten mit beiden Händen und im dritten wieder nur mit der rechten. Auf diese Weise wird also die rechte Hand durch alle drei Tempos die Tasten niedergedrückt halten, während die linke blos im zweiten Tempo niederdrückt und ist die Note 6 somit abgespielt. Ebenso geht man bei der Abspielung der übrigen Noten, je nach ihrer Entstehung vor.

Die Anzahl der Zwischenräume, welche zu einer der 16 einfachen und zusammengesetzten Noten erforderlich sind, beläuft sich bei den zwei längsten Noten (11 und 12) nur auf 5, daher je fünf dieser Zeittheilchen zusammengenommen für einen vollen Takt gelten können und wird diese Takteintheilung im Anfange der Schule durch etwas stärkere Zeichnung jeder fünften Vertikallinie ersichtlich gemacht. Dadurch ist dem Auge eine Erleichterung in der Auffassung der Aufeinanderfolge geboten (siehe Fig. 3).



Der Schüler wird also zunächst zur Einübung der 16 Noten schreiten. Nachdem er dieselben gehörig, d. h. mit solcher Fertigkeit abzuspielen im Stande ist, daß er sie nicht mehr mit dem Gedanken auf ihre Entstehung, sondern schon nach ihrem Klange giebt, wird er eine entsprechende Reihe von Uebungen durchmachen, um jeder beliebigen Combination der 16 Noten mit und ohne Pausen ungehindert nachkommen zu können.

Ist dies erreicht, so wird er eine eben solche Reihe von in Noten gesetzten Worten abspielen müssen, bis er es dahin gebracht, außer der Regelmäßigkeit auch der Schnelligkeit der gewöhnlichen Morseschrift im Spiele zu folgen.

Um eine schöne Schrift zu erzielen, ist es jedenfalls, wie bei dem Spiel auf einer Taste, im Anfange zweckmäßig, das Tempo mit 1, 2, 3, 4, 5 während des Spieles selbst zu zählen.

Nun wird der Schüler dahin geführt, daß er eine in den Noten- und Taktlinien eingezeichnete Morseschrift in zwei Zeilen, ohne daß dieselbe wie bisher in Noten zusammen-

gezogen sei, fertig abzuspielen verstehe, d. h. daß er sich die Bildung der Noten im Augenblicke des Spieles nur vorstelle, was nicht der geringsten Schwierigkeit unterliegt.

Nach in so weit erlangter Uebung wird der Schüler sich auch gewöhnt haben, die Morse'schen Zeichen resp. Buchstaben und Ziffern mit den betreffenden Pausen auf den ersten Blick nach der Anzahl ihrer Entstehungseinheiten zu **messen** und in unmittelbarer Folge dieses Ueberblicks wird er die den Takt unterscheidenden dickeren Linien auch zu entbehren im Stande sein.

Von diesem Standpunkte angefangen, muß des Schülers Hauptaugenmerk auf das erwähnte Messen der Morseschrift gerichtet werden, und er wird nach verhältnißmäßig kurzer Uebung die einzelnen Notenlinien ebensowenig als die Taktlinien brauchen.

Nunmehr in der zweihändigen Telegraphie nach übereinander stehenden Zeilen in Morseschrift tüchtig eingeschult, ist es ihm von keinem Belange, wenn er in den erwähnten Zeilen einen gewissen Buchstaben in gewöhnlicher anstatt in Morse'scher Schrift findet; und nachdem er sich wieder eine Zeit hindurch an Eine solche Substitution in einer Zeile gewöhnt hat, wird es ihm wenig Mühe kosten, sich successive an alle in derselben Reihe zu gewöhnen.

Auf dieselbe Art wird er zur Uebung gelangen müssen, derartiger Substitutionen auch in der zweiten Reihe nicht zu achten, so daß er also nach abermaliger Uebungszeit zwei übereinander stehende Zeilen in gewöhnlicher Schrift vor sich hat und dieselben in mäßiger Schnelligkeit zu gleicher Zeit wird abtelegraphiren können.

Kann er nun übereinander stehende Zeilen zu gleicher Zeit abspielen, so kann er dieß auch mit nebeneinander stehenden, oder — was gleichbedeutend — er kann zwei nebeneinander liegende Depeschen verschiedenen Inhaltes zu gleicher Zeit abtelegraphiren und er kann somit zweihändig telegraphiren.

Schwierigkeiten bezüglich der getheilten Aufmerksamkeit wird jeder in unserem Fache Erfahrene im Vornhinein absprechen, weil der Telegraphist über das was er telegraphirt im Augenblicke seiner Arbeit kein Urtheil fällen muß und daher eine Concentrirung seiner Gedanken ebenso wenig wie bei Jenem erforderlich ist, der Zwei-Sprechende anhört und keinem zu antworten braucht; und ist ja eine ungetheilte Aufmerksamkeit nothwendig, wie dieß der Fall sein kann, wenn ihm z. B. auf einer der beiden Seiten corrigirt wird u. dergl., so kann er sich in dergleichen Fälle auf der anderen Seite ganz gewiß eben so gut helfen, wie es Derjenige thut, welcher während des Telegraphirens seinem Nachbar-Collegen eine sehr interessante Geschichte erzählt!

Notiz über die Russischen Telegraphen.

Von Prof. **Hughes.**

Bei Versuchen mit meinen Typendrucktelegraphen, auf welche die Russische Regierung im August 1865 einging, und welche, nach höchst glänzenden Ergebnissen, zur Adoption dieses Apparates in Rußland führten, sowie auch durch eine wissenschaftliche Untersuchung der Russischen Linien, welche ich auf Wunsch der Regierung ausführte, habe ich 6 Monate hindurch beständig Gelegenheit gehabt, die Art und Weise des Baues der Russischen Telegraphenlinien zu studiren und zu würdigen.

Diese Linien weisen zwar in der That nicht viel neue und originale Constructionen auf, aber sie haben das Verdienst, daß in jeder Hinsicht die wichtigsten Verbesserungen aller Länder bei ihrer Anlage in Anwendung gebracht sind.

Jede wichtige Verbesserung wird zunächst im kleineren Maßstabe geprüft und wenn dabei ihre Vorzüglichkeit als unzweifelhaft sich herausstellt, so erfolgt sofort ihre Einführung auf den vorhandenen langen Linien.

So fand ich bei Prüfung der zahlreichen, aus allen Ländern bezogenen Gattungen von Drathisolatoren, daß stets die beste Form gewählt worden; diesem Umstande ist die Vorzüglichkeit der Russischen Linien beizumessen, welche trotz des strengen und unbeständigen Klimas, den bestisolirten Linien in Europa sich an die Seite stellen und die gleichzeitig durch die Abwesenheit der Störungen, die so oft die telegraphische Correspondenz unmöglich machen, sich auszeichnen.

Die Isolation der von St. Petersburg ausgehenden Dräthe ist meist vortrefflich; es ist zu constatiren, daß während der sechs Monate, in welchen mein Typendruckapparat zwischen St. Petersburg und Moskau (600 Werst) in beständiger Thätigkeit sich befand, die Leitung nicht einmal gewechselt zu werden brauchte oder schadhaft geworden wäre, obwohl in diesem Zeitraume, vom Hochsommer bis zum strengsten Winter, mit Nebel, Regen, Hagel und Schneegestöber, das Wetter beständig wechselte.

Die Russische Regierung sah ihre Aufmerksamkeit zuerst durch den Baron Schilling, im Jahre 1834, auf den elektrischen Telegraphen gelenkt, doch geschahen damals keinerlei ernste Schritte in der Sache. Ebenso blieben Versuche, die Prof. Jacobi später mit ein Paar unterirdischen Dräthen anstellte, ohne praktische Folgen.

Die erste wirklich brauchbare Linie wurde im Jahre 1851 hergestellt; es war eine Linie zwischen St. Petersburg und Cronstadt, in einer Gesammtlänge von 45 Werst, wovon 10 Werst submarin.

Nach dieser wurde dann zunächst eine unterirdische Linie von zwei Guttaperchadräthen zwischen St. Petersburg und Moskau (von 600 Werst Länge) Seitens der Eisenbahngesell-

schaft gelegt. Dieselben arbeiteten anfangs gut, im Verlauf von zwei Jahren verschlechterte sich aber ihre Isolation so erheblich, daß sie durch Luftleitungen ersetzt werden mußten.

Im Jahre 1854 wurde der jetzige Generaldirector, General v. Guerhard, von der Regierung mit der Verwaltung des Departements der Telegraphen betraut. Seitdem haben sich die Linien rasch bis nach allen Punkten Rußlands ausgebreitet; die erste lange Luftlinie, welche zur Ausführung kam, war die von St. Petersburg nach Warschau (1100 Werst) mit einer Zweiglinie bis zur preußischen Grenze.

Diese Luftlinien waren anfangs sehr kostspielig, indem ihre Herstellung meist Unternehmern übertragen wurde zu Preisen, die zwischen 200 und 300 Rubel per Werst wechselten. Gegenwärtig baut die Verwaltung die Linien durchweg selbst, und obwohl das Material an Stangen, Isolatoren, Drath ꝛc. in bester Qualität zur Anwendung kommt, stellen sich die Herstellungskosten neuer Linien bei dem angenommenen System im Mittel der letzten fünf Jahre nur auf 90 bis 100 Rubel per Werst, während die Anlage eines weiteren Drathes an bestehenden Stangenreihen 40 bis 60 Rubel per Werst zu stehen kommt.

Die nachfolgende Uebersicht der Länge der Linien und der Gesammtlänge der Drathleitungen, beide in Werst ausgedrückt, zeigt, wie bedeutend das Russische Telegraphennetz in den letzten Jahren an Ausdehnung zugenommen hat:

	1860	1861	1862	1863	1864	1865
Länge der Linien (Stangenreihen)	16480	19500	22760	26350	31900	34200
Gesammtlänge der Drathleitungen	25350	32350	36390	45870	56400	66200

Im Laufe des Jahres 1866 beabsichtigt die Russische Regierung weitere 1000 Werst neuer Linien mit 3000 Werst Drathleitung herzustellen. Dazu tritt dann noch die Linie, welche Behufs Anschluß an die submarine Linie nach Amerika von Irkutsk nach Nicolaewsk gebaut wird, welche innerhalb 4 Jahren vollendet und in Betrieb gesetzt sein soll, und welche bei einer Länge von über 4000 Werst doppelte Leitung, im Ganzen also 8000 Werst Drathleitung erhalten soll. Das Material zu dieser Linie ist durchweg bereits vorbereitet und wird so schnell als möglich zum Bau an Ort und Stelle geschafft.

Die Stangen bestehen meist aus Kiefernholz; ihre Höhe über dem Erdboden beträgt durchschnittlich 8 Meter und ihr Durchmesser am Zopfende 15 Centimeter. Sie sind 2 Meter tief in den Erdboden eingesetzt, und in Curven durch Drathanker solide befestigt; in sehr scharfen Curven kommen verkuppelte hölzerne Doppelstangen zur Befestigung der Dräthe in Anwendung. Die Stangenhölzer werden ein Jahr vor der Verwendung geschlagen, damit sie gut austrocknen können; vor dem Setzen derselben werden ihre Enden angekohlt. Die durchschnittliche Dauer dieser Stangen beträgt 3 bis 6 Jahre, je nach der Oertlichkeit und Bodenbeschaffenheit.

In den ersten Jahren wurden beim Linienbau 25 Stangen per Werst gesetzt; es ergab sich indeß, daß diese Zahl in den meisten Fällen größer als nöthig sei, und daß bei Verminderung der Stangenzahl die Isolation sich verbesserte. Es wurde daher die Zahl der Stangen allmählig bis auf 12 per Werst vermindert.

In einigen Gegenden Rußlands indeß, zum Beispiel auf den Steppen, sind 12 Stangen per Werst nicht ausreichend, um den Linien einige Widerstandsfähigkeit gegen die gewaltigen Stürme zu verleihen, welche zu Zeiten diese Ebenen heimsuchen und oft in einem ein-

zigen Tage das gesammte Telegraphennetz dieser Steppen zerstören. In diesen vollkommen kahlen und offenen, nirgends durch Bewaldung gegen plötzliche Witterungswechsel geschützten Steppen setzt sich überdies an den Leitungen im Winter das Eis in ungeheuerer Menge an, indem es den Drath auf seiner ganzen Länge in gewaltigen cylindrischen Massen, deren Durchmesser oft 12 Centimeter erreicht, rings umhüllt. Es hat diese Erscheinung ihren Grund in den plötzlichen Wechseln der Temperatur: die aufsteigenden Dunstbläschen condensiren sich auf den Drath, gefrieren daselbst sofort und bilden so allmählich, wie schon erwähnt, einen massiven Eiscylinder von gegen 12 Centimeter Durchmesser. Das Gewicht der in diesem Falle an dem Drathe zwischen je zwei Stangen hängenden Eismasse würde nicht weniger als 11540 Pfund betragen.

Unter diesen Umständen war man genöthigt, in den Steppen am schwarzen Meere und auf den Hochflächen des Caucasus 25 Stangen per Werst zu verwenden, während in den Regionen des hohen Nordens am weißen Meere und am Bottnischen Meerbusen, welche unter gleicher Breite wie die Behringsstraße liegen, die Dräthe sich nicht mit Eis bedecken, weil diese Landstriche zwar ein sehr kaltes, aber gleichzeitig sehr gleichförmiges Klima besitzen und auch mit Wald bedeckt und dadurch geschützt sind. — Gewöhnlich werden jetzt bei den Russischen Telegraphenlinien 16 Stangen per Werst angewendet, wo nicht Localverhältnisse der oben erwähnten Art außergewöhnliche Widerstandsfähigkeit erheischen.

Der zu den Leitungen durchgängig benutzte Drath ist ungalvanisirter Eisendrath von 4—5 Millimeter Dicke. Versuche mit Drath von nur 3 Millimeter Dicke haben kein günstiges Resultat ergeben, indem diese Dräthe unter der Wucht der an dieselben sich anhängenden Eismassen rissen. Auf den Linien in den caucasischen Steppen verwendet die Russische Telegraphenverwaltung für die directen Leitungen jetzt sogar Drath von 6 Millimeter Dicke.

Der Drath ist in der Regel mit Oel abgebrannt. Das heißt, der fertig gezogene Drath wird nochmals im Glühofen erhitzt und dann in kochendes Oel getaucht. Durch dies Verfahren bildet sich auf der Oberfläche des Drathes eine sehr fest haftende Schicht von Oelfirniß, welche denselben, namentlich auf den weiten und langwierigen Transporten, denen der Drath häufig unterworfen ist, gegen Rost und Oxydation schützt.

Unterirdische Leitungen sind in Rußland nicht in Anwendung. In den Städten sind die Dräthe an sauber bearbeiteten soliden Holzpfählen befestigt.

In St. Petersburg werden an allen scharfen Winkelpunkten eiserne Säulen von quadratischem Querschnitt verwendet, welche aus vier Streifen vom starken Kesselblech zusammengenietet sind; eine Construction, welche den Säulen bei äußerster Solidität gleichzeitig ein sehr gefälliges Ansehen verleiht. Dieselben tragen 20 Dräthe und haben während drei Jahren den strengen Wintern mit Temperaturen von 25° unter Null vortrefflich widerstanden, ohne irgend eine Reparatur zu bedürfen, und sind bei allen Temperaturwechseln gerade geblieben. Die Herstellungskosten dieser Säulen sind indeß auch sehr hoch, nämlich 800 Rubel pro Stück, und gleichwohl scheint ihre Verwendung der geringen Unterhaltungskosten wegen und bei der Sicherheit, welche sie bieten, selbst vom ökonomischen Standpunkte gerechtfertigt. Sie haben eine Höhe von 10 Metern über dem Erdboden und die Seite ihres quadratischen Querschnittes mißt am unteren Ende 32, an der Spitze 14 Centimeter; ein solider, mit Verstärkungs-

rippen versehener und unten in eine Scheibe auslaufender, gußeiserner Fuß, der $2\frac{1}{2}$ Meter tief im Erdboden steht, bildet ihren untersten Theil.

Die gegenwärtig in Anwendung stehenden Isolatoren sind ganz aus Porcellan; in den ersten Jahren des Bestehens der Russischen Telegraphenanlagen indeß wurden mit einem eisernen Mantel versehene Porcellanisolatoren benutzt, dieselben haben sich jedoch durchaus nicht bewährt, indem die Stromverluste, zu welchen sie Anlaß gaben, bald eine sehr bedenkliche Höhe erreichten. Glasisolatoren, die dann versuchsweise in Anwendung gebracht wurden, erwiesen sich als zerbrechlich, was ebenfalls zur Folge hatte, daß der Isolationszustand der Linien nach kurzer Zeit ein sehr mangelhafter wurde. Nächstdem wurden Porcellanisolatoren verschiedener Form versucht und schließlich blieb man bei der jetzt üblichen Form stehen, welche allen Anforderungen in hohem Maaße entspricht.

Diese Isolatoren kommen jetzt in zwei verschiedenen Modellen, oder richtiger gesagt, in zwei verschiedenen Größen in Anwendung; die größere Sorte für lange directe Linien, die kleinere für kürzere und für Omnibuslinien.

Beide Sorten unterscheiden sich, wie schon angedeutet, nur in der Größe und sind im übrigen gleich geformt und aus gleicher Masse; es sind tief eingeschnittene Doppelglocken*). Bei der größeren Sorte beträgt die ganze Höhe 15 Centimeter, die innere Tiefe der Glocke 7 Centimeter; bei der kleineren Sorte dagegen ist die ganze Höhe 10 Centimeter und die Tiefe der Glocke $3\frac{1}{2}$ Centimeter. Als Träger der Isolatoren dienen eiserne Hakenstützen mit Holzschraubengewinde an dem freien Ende, welche direct in die Stange eingeschraubt werden.

Die Befestigung der Isolatoren auf den Stützen geschieht mittelst einer Packuug von getheertem Hanf. Anfangs pflegte man die Stützen in den Isolatoren mit Schwefel zu vergießen, auch hat man mancherlei andere Kitte zu diesem Zwecke versucht; die bei Temperaturwechseln eintretende Ausdehnung oder Zusammenziehung aber sprengte entweder den Isolator oder bewirkte, daß die Kittung lose wurde. Alle bekannten Kitte haben sich aus einem oder aus dem anderen Grunde gleich untauglich erwiesen. Der getheerte Hanf dagegen ist etwas elastisch und gestattet die Ausdehnung des Eisens ohne Gefahr für den Isolator und die Zusammenziehung, ohne daß der Isolator zu lose wird. Ueberdies erleiden die Stangen unter dem Einflusse von Aenderungen der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit eine schwache Drehung um ihre Axe, welche häufig die Isolatoren zerbrechen würde, wenn dieselben nicht etwas elastisch aber doch haltbar an den Stützen befestigt sind. Aus diesem Grunde wird auch den Dräthen in den Einschnitten des Isolatorkopfes, in welchen sie ruhen, reichlicher Spiel-

---

*) Die größere Sorte der Russischen Isolatoren ist sehr ähnlich den früher in dieser Zeitschrift beschriebenen Preußischen Doppelglocken. Die Glocken haben denselben unteren Durchmesser wie bei dieien, sind aber etwa $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Zoll weniger tief; abweichend dagegen ist die Gestalt des oberen, zur Aufnahme des Drathes bestimmten Theiles; derselbe ist bei den Russischen Isolatoren reichlich $\frac{1}{2}$ Zoll länger als bei den preußischen und zeigt zwei hoch hervorragende durchbohrte Lappen, durch deren Durchbohrung, nachdem der Drath in die zwischen den Lappen gebildete tiefe Rinne gelegt worden, ein Splint gesteckt wird, der das Herausspringen des Drathes verhindert.

Die Russische Regierung läßt übrigens diese Isolatoren zum größten Theil in den Berliner Porcellanfabriken anfertigen und zwar aus derselben Masse, aus der auch die Preußischen Isolatoren hergestellt werden.



raum gegeben, indem man diese Einschnitte breit macht und ihnen einen ovalen Querschnitt giebt. An den meisten Stangen liegt der Drath hier auf dem Isolator lose auf, an jedem vierten Isolator dagegen wird der Drath mit Bindedrath unwandelbar befestigt.

Nach zahlreichen Versuchen, die ich mit diesen und anderen Isolatoren angestellt habe, stehe ich nicht an, dieser Gattung von Isolatoren unbedingt den Vorzug vor allen anderen mir bekannt geworden Isolatoren einzuräumen *).

Die Verbindung der einzelnen Drathadern geschieht gewöhnlich durch Umeinanderwürgen der Enden und Verlöthung der Verbindungsstelle. Man hat zeitweise auch die französischen Verbindungsmuffen angewendet, doch sind dieselben wieder verworfen worden, da sie

---

*) Herr Prof. Hughes hat der Preußischen Telegraphendirection eine Notiz über die Resultate seiner Versuche mit verschiedenen Isolatoren mitgetheilt, die wir hier einschalten.

Die Prüfung des Isolationsvermögens geschah nicht mittelst des galvanischen Stromes, sondern unter Anwendung eines Elektrometers durch Reibungselektricität. Der am Kopfe des Isolators befestigte Drath wurde mit dem Knopfe eines Peltier'schen Elektrometers in Verbindung gesetzt und diesem dann Elektricität mitgetheilt, bis es eine bestimmte Spannung anzeigte. Alsdann wurde die Zeit beobachtet, innerhalb welcher die Spannung sich um eine gegebene Größe, und zwar um 10° Ausschlag der Elektrometernadel, verminderte. Diese Zeit betrachtet Herr Prof. Hughes als relatives Maaß des Isolationsvermögens des Isolators.

Die Resultate dieser Versuche sind in dem folgenden Täfelchen zusammengestellt; die Zahlenangaben sind Mittelwerthe aus mehreren Wiederholungen der Versuche:

Zeit innerhalb welcher die Nadel des Peltier'schen Elektrometers um 10° zurückging.

	Maximum.	Minimum.
Russische Isolatoren, Doppelglocken:		
a) kleine Sorte	2 Min. 30 Sec.	2 Min. 25 Sec.
b) große Sorte	5 = 10 =	5 = — =
Preußische Isolatoren, Doppelglocken:		
a) ganz kleine Sorte	3 = — =	2 = 45 =
b) mittlere Sorte	5 = — =	4 = 50 =
c) gewöhnliche große Sorte	6 = 10 =	6 = — =
d) große Sorte mit gewundenem, um 45° versetzten Einschnitt für den Drath	6 = — =	5 = 50 =
e) Doppelglocke aus 2 Theilen, die innere Glocke nach Varley's Methode mit Schwefel eingekittet	6 = — =	4 = 45 =
Französische Isolatoren:		
a) große Sorte	3 = 50 =	3 = 45 =
b) kleine Sorte	2 = — =	1 = 50 =
Englische Isolatoren:		
Neues Modell, von der Indischen Regierung adoptirt: Doppelglocke mit ganz bedeckendem Eisenmantel	3 = 30 =	3 = 15 =

In Betreff der oben erwähnten Preußischen Isolatoren bemerken wir, daß auf allen Preußischen Linien jetzt ausschließlich die große Doppelglockenform c in Anwendung kommt; die ganz kleine Sorte a wird nur als Hülfsisolator bei Ueberführungspunkten und bei Stationseinführungen benutzt. Die ad b erwähnte mittlere Sorte ist ein Modell, welches versuchsweise angefertigt worden, aber auf Preußischen Linien nie in praktische Anwendung gekommen ist. Der Isolator ad d ist die von Herrn van Kerkwijk im Jahrgang 1859 (Band VI) Seite 207 und Tafel XI beschriebene Englische Form; wahrscheinlich rührt das betreffende Exemplar auch aus einer Englischen Fabrik her und ist nur über Berlin nach Rußland gelangt. Die unter e aufgeführte Isolatorenform ist ebenfalls nur ein Probemodell, das keine ausgedehntere praktische Verwendung gefunden hat.

in der Praxis keine befriedigenden Resultate lieferten. Neuerdings hat man Versuche mit der neuen französischen, von Herrn Baron erfundenen Muffenverbindung angestellt, welche sehr günstige Resultate ergeben haben. Es sollen diese Muffen deshalb bei Anlage der Linie nach Amerika in Anwendung kommen und sind zu dem Ende bereits 100000 Stück solcher Muffen in Bestellung gegeben.

Bei der neuen amerikanischen Linie soll der Drath für die directe Leitung 5 Millimeter Dicke erhalten; zur zweiten oder Omnibusleitung wird Drath von 4 Millimeter Dicke verwendet werden. Für die erstere, directe, Leitung wird die größere Sorte Doppelglocken, für die Omnibusleitung aber das kleinere Isolatormodell in Anwendung kommen. Die Stangen werden in Intervallen von 220 engl. Fuß — also 16 per Werst — gesetzt werden.

Die in Rußland jetzt vorzugsweise angewendeten Batterieelemente sind die von Meidinger. Anfangs war das Daniell'sche Element in allgemeinem Gebrauch. Nach langjährigen Erfahrungen mit dieser Batterie, sah man sich durch die mancherlei Schwierigkeiten, welche aus der Anwendung der porösen Zellen entspringen und andererseits durch die günstigen Resultate, welche ausgedehnte und sehr eingehende vergleichende Versuche mit den Meidinger-Elementen geliefert hätten, veranlaßt, den letzteren den Vorzug zu geben. Es war nicht möglich, sich poröse Zellen zu verschaffen, welche allen Anforderungen genügen; bald waren dieselben zu porös, bald hatten sie einen zu großen Widerstand; auch das nicht zu vermeidende Durchwachsen derselben mit Kupfer, und der starke Bruchverlust beim Transport, ließ es wünschenswerth erscheinen, der Benutzung solcher porösen Zellen überhoben zu sein. Die Unterhaltung der Daniell'schen Batterie hatte überdies viel Aufmerksamkeit erfordert, dieselbe mußte alle 8 Tage revidirt werden, um sie in normaler Leistungsfähigkeit zu erhalten; die Meidinger'sche Batterie dagegen hat ein volles Jahr gearbeitet ohne andere Aufmerksamkeit zu fordern, als daß von Zeit zu Zeit etwas Kupfervitriol nachgefüllt wurde.

Die Gesammtzahl der in Gebrauch stehenden Elemente, theils Daniell'sche, theils Meidinger, war in den letzten zwei Jahren:

im Jahre 1864 18000 Stück,
" " 1865 20000 "

Die jährlichen Ausgaben pro Element belaufen sich durchschnittlich auf 1 Rubel für das Daniell'sche Element und auf 65 Kopeken für das Meidinger-Element.

Die großen Entfernungen, in welchen in Rußland die Städte von einander liegen, sind Ursache, daß die Zahl der Stationen noch klein ist im Verhältniß zur Leitungslänge, indeß werden fortwährend in rascher Folge neue Stationen eröffnet. In den letzten zwei Jahren waren dem Publicum eröffnet: 270 Stationen im Jahre 1864 und 300 Stationen im Jahre 1865.

Das Personal welches beim Telegraphenwesen, mit Einschluß der Verwaltung, beschäftigt war, belief sich im Jahre 1865 auf 3000 Köpfe. Dasselbe vertheilt sich in drei große Kategorieen, nämlich:

1) die Generaldirection in St. Petersburg mit ihrem Büreaupersonal;
2) 15 Bezirksdirectionen mit je einem Chef, 2 Souschefs und 5 oder 6 Mechanikern, und endlich
3) Stationsvorsteher und Stationsbeamte, denen ausschließlich der Depeschendienst obliegt.



Die Depeschenbeförderung ist, wie eben erwähnt, ausschließlich den Stationsvorstehern und Telegraphisten anvertraut.

Die Anlage und Reparatur der Leitungen liegt dem Bezirkschef und seinen Gehülfen, den Mechanikern und den unter letzteren stehenden Revisoren ob.

Das Personal aller kleinen Stationen besteht aus dem Stationsvorsteher, seinen Telegraphisten und 1 oder 2 Revisoren. Die letzteren besorgen bei diesen kleinen Stationen die Unterhaltung der Batterieen; und wenn eine Linienstörung gemeldet wird, so begeben sie sich an Ort und Stelle, um den Schaden nach Anweisung der Mechaniker auszubessern.

Die Mechaniker stehen in Rußland auf einer höheren Stufe, als die, welche man in anderen Ländern im Allgemeinen findet; es sind durchweg intelligente „Mechaniciens de Précision“ ersten Ranges, und besitzen überdies eine ausgedehnte praktische Kenntniß der angewandten Telegraphie. Die Vereinigung dieser beiden Eigenschaften setzt sie in den Stand, sowohl die Linien als die Apparate gut in Ordnung zu halten. Nur der Einfachheit dieser Organisation ist bis zu einem gewissen Grade der vorzügliche Zustand der Russischen Linien beizumessen.

Die Gesammtzahl der im Jahre 1864 beförderten Depeschen betrug:

Interne Depeschen	680000
Internationale Depeschen	160000
Dienstdepeschen	88000
in Summa	928000.

Der Durchschnittsbetrag dieser Depeschen belief sich in runder Zahl auf 2 Rubel pro Depesche. Die Gesammteinnahme ist seit dem Jahre 1860 in folgenden Verhältnissen gestiegen.

Jahreseinnahme in Rubeln:

1860	940000
1861	1,177000
1862	1,369000
1863	1,534000
1864	1,724000
1865	2,000000

letztere Zahl nach vorläufiger Schätzung, doch wird diese Summe wahrscheinlich nicht unerheblich überschritten werden.

Die Gesammtausgaben der Telegraphenverwaltung, mit Einschluß der Kosten für Umbau und Unterhaltung der Linien und aller anderen Ausgaben, mit alleiniger Ausnahme der für den Bau neuer Linien, betrug in den Jahren 1860 bis 1864:

1860	829000
1861	1,020000
1862	1,270000
1863	1,500000
1864	1,680000.

Der **Reinertrag** war am beträchtlichsten im Jahre 1861; seit diesem Jahre wurden viele lange und kostspielige Linien hergestellt, welche zwar in politischer Hinsicht von hoher Bedeutung, finanziell aber unproductiv sind. Die Linie von Kasan nach Irkutzk und Kiachta zum Beispiel hat eine Länge von 4000 Werst, ohne eine einzige bedeutende Stadt oder Ortschaft zu berühren. Die Unterhaltung dieser und ähnlicher Linien ist durchweg kostspieliger als die Unterhaltung derjenigen Linien, welche stark bevölkerte Gegenden durchschneiden.

Die Reineinnahmen, d. i. der Ueberschuß der Einnahmen über die Ausgaben betrug nämlich:

1860	111148 Rubel	
1861	156146 "	
1862	100882 "	(Beginn des Baues der Sibirischen Linie)
1863	37705 "	(Sibirische Linie in 4000 Werst Länge vollendet)
1864	49082 "	

Im letzten Jahre begannen die langen unproductiven Linien schon etwas besser zu rentiren; die Unterhaltungs- und Verwaltungskosten stellten sich per Werst etwas niedriger als im Jahre vorher.

Das folgende Täfelchen zeigt die Bruttoeinnahme, die Ausgabe und den Reinertrag, per Werst der Linienlänge berechnet:

	Bruttoeinnahme.		Ausgaben.		Ueberschuß.	
	pro Werst der Linienlänge.					
	Rubel.	Kop.	Rubel.	Kop.	Rubel.	Kop.
1860	37.	07	32.	69	4.	38
1861	36.	40	31.	57	4.	83
1862	37.	62	34.	85	2.	77
1863	33.	46	32.	62	0.	82
1864	30.	57	29.	68	0.	89

An Unterhaltungskosten, mit Einschluß der nöthig gewordenen Umbauten wurden durchschnittlich 10 Rubel per Werst Leitungsdrath verausgabt.

Der allgemein in Anwendung stehende Apparat ist der Morseapparat älterer Construction mit trocknem Schreibstift (Reliefschreiber, à pointe seche) mit Localbatterien auf allen Stationen. In St. Petersburg hat man auch Versuche mit Farbschriftschreibern gemacht, aber das leise, fast geräuschlose Arbeiten dieser Apparate schien bei ihrer Anwendung die Aufstellung besonderer Alarmapparate, welche den Beamten nöthigenfalls an den Apparat rufen, nöthig zu machen, und es wurde mit Rücksicht hierauf der Reliefschreiber mit Localbatterie den gegenwärtigen Verhältnissen des Russischen Dienstes am besten entsprechend erachtet.

Neben diesen Morseapparaten ist auch mein Letterndrucktelegraph in Anwendung; derselbe besorgt jetzt die ganze Correspondenz zwischen St. Petersburg und Moskau, indem er auf einem Drathe durchschnittlich 50 bis 60 Depeschen pro Stunde befördert. Er ist jetzt nach einer viermonatlichen gründlichen wissenschaftlichen und praktischen Prüfung officiell für

alle langen Linien adoptirt worden, und werden diese damit besetzt werden in dem Maße als es möglich sein wird, die nöthigen Apparate anzufertigen.

Die Russische Verwaltung ist stets sehr geneigt gewesen, bewährte Verbesserungen aller Länder zu beachten und anzuwenden; keiner engherzigen Eifersüchtelei wird Einfluß auf die Einführung von Verbesserungen im Telegraphenwesen gestattet.

Die Vorschläge aller neuen Verbesserungen, sei es im Apparatwesen, sei es bezüglich der Isolatoren, Batterieen, Leitungsdräthen 2c., werden vor der Einführung stets einer gründlichen Prüfung unterworfen, und nur die werden angenommen, deren Zweckmäßigkeit sich zweifellos ergeben hat. So ernannte der Generaldirector, Herr General v. Guerhardt auch zur Prüfung meines Apparates eine Commission unter dem Vorsitze des General Lüders, bestehend aus den Herren Obrist Lampe, Major Ispalatoff, Capitain Parrot und zwei Obermechanikern.

Zum Versuche waren zwei Apparate in St. Petersburg und in Moskau — 600 Werst von einander entfernt — aufgestellt, und dauernd in praktischen Betrieb gesetzt; sodann wurde, bei Benutzung eines Umweges, durch 1200 Werst Leitungslänge in praktischem Betriebe die Correspondenz geleitet; ferner wurde auf 2000 Werst Entfernung direct, ohne Uebertragung correspondirt, es wurde endlich auf verschiedene Entfernungen mit Uebertragung und schließlich zwischen St. Petersburg und Paris — 2800 Werst Entfernung — mit nur drei Uebertragungen gearbeitet. Bei allen diesen Versuchen ergab sich, daß der Apparat 5 Mal so viel leistet, als der Morseapparat. Mit dem Morseapparat werden in Rußland durchschnittlich 12 Depeschen in der Stunde befördert; diese Leistung ist in Anbetracht dessen, daß die Russischen Worte sehr lang sind, nämlich durchschnittlich 8 bis 9 Buchstaben besitzen, während man in Frankreich und Deutschland nur 5 Buchstaben als mittlere Länge eines Wortes rechnet, und in Rücksicht der großen Entfernungen, auf welche in Rußland gearbeitet wird, eine ganz befriedigende zu nennen. Mein Apparat beförderte indeß auf gleiche Entfernungen in der Stunde durchschnittlich 60 Depeschen.

Der Bericht der Commission fiel einstimmig für die Annahme meines Apparates aus, und diesem Antrage wurde denn auch alsbald Folge gegeben.

Während also die Russische Verwaltung einerseits sehr strenge Proben der Leistungsfähigkeit fordert, läßt sie anderseits volle Anerkennung angedeihen, wo die Sachen danach angethan sind, und aus diesem Verhalten erklärt sich zum Theil der vortreffliche Zustand der Russischen Linien.

Die Telegraphenverwaltung hat kürzlich einen Versuchssaal eingerichtet, der, ursprünglich unter meiner Leitung angelegt, jetzt unter der des Obrist Ispalatoff steht. Derselbe enthält viel Neues und ist hinsichtlich der Vollständigkeit der Instrumente, sowie hinsichtlich der vorhandenen Vorrichtungen zu wissenschaftlichen Beobachtungen und Untersuchungen anderen Verwaltungen wohl zur Nachahmung zu empfehlen.

In diesem Saale wird jede Probe von neuen Isolatoren vor ihrer Verwendung in der Praxis auf ihre relative Leistungsfähigkeit geprüft; ebenso wird die Leitungsfähigkeit oder der Widerstand einer Probe von jeder Drathsendung, welche der Regierung zugeht, daselbst bestimmt und ihr Werth festgestellt, endlich werden auch alle Erscheinungen, welche mit der Telegraphie in Beziehung stehen, hier einer gründlichen Untersuchung unterworfen.



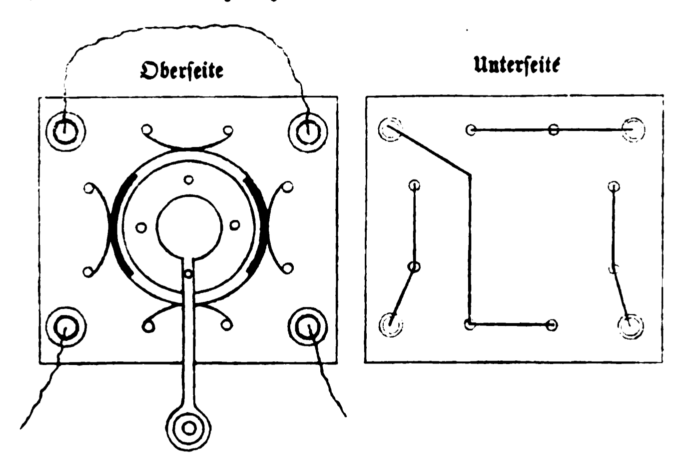
Gyrotropischer Apparat.

Von C. A. Grüel, Mechaniker in Berlin.

(Aus Dingler's Polytechnischem Journal Band 172, S. 133.)

Obgleich die Zahl der commutatorischen und gyrotropischen Vorrichtungen schon bedeutend ist, glaube ich dennoch die nachstehend beschriebene Construction empfehlen zu dürfen, weil sie bei größter Einfachheit, erprobtem stets zuverlässigen Contact, symmetrischer gefälliger Form, eine Unverletzlichkeit der in Wirkung tretenden Theile zeigt, wie sie nur immer gewünscht werden kann. Selbst das hübsche walzenförmige Ruhmkorff'sche Gyrotrop leidet zuweilen durch zufälliges Abbiegen der anschleifenden Federn; ein Umstand, welcher nur mit Zeitverlust wieder gut gemacht werden kann. Sehr wenig entsprechend sind aber Exemplare, bei welchen Amalgamation oder aber Berührung unedler Metalle, Messing rc. stattfindet. In letzterem Fall erscheint es noch als ein Vortheil, wenn die Contactstellen beim Gebrauch mit Reibung aneinander streifen, weil hierdurch ihre metallische Berührung mehr gesichert oder befördert wird.

Die nachstehend beschriebene und abgebildete Form eignet sich auch für Apparate, wo rapide Schließung mit Stromwechselung permanent nöthig ist, wie bei einigen elektromagnetischen Motoren, und sie gewährt in diesem Falle den Vortheil, die Zeitdauer der Stromunterbrechung nach Belieben verkürzen zu können.



Eine quadratische Platte von Holz, Ebonit, Marmor rc. (circa 4½ bis 5 Zoll im Quadrat) trägt in ihrer Mitte eine kreisförmige drehbare Scheibe von nichtleitendem Material. Der mit derselben verbundene Griff erhebt sich außerhalb der Peripherie so weit, daß ein Anstreifen an die vier Schraubenklemmen vermieden ist. In einiger Entfernung, concen-

trisch mit dem Rande der Scheibe, stehen acht starke Kupferstifte, und je zwei derselben sind oben durch einen federnden Kupferstreifen, unten aber durch Drath und Löthung verbunden. Die Scheibe ist mit zwei kupfernen Blechstreifen, wenig länger als ¼ Kreisbogen, und einander diametral gegenüber liegend, belegt. Die Löthung und Verbindung der Klemmen mit den Stiften ist aus der Skizze der Kehrseite ersichtlich. Steht der Griff einer der Ecken der Platte zugekehrt, so findet Schließung statt. Stromwechsel entsteht, wenn man den Griff zur nächsten beliebigen Ecke hinwendet, Stromunterbrechung dagegen, wenn der Griff ungefähr die Mitte zwischen zweien Ecken einnimmt.

Aus der Figur ersieht man leicht, daß die Federn, welche die Scheibenperipherie elastisch berühren, einen doppelt gesicherten Contact und eine nicht leicht zu verletzende Anordnung haben, dabei aber jeden Augenblick verändert werden können. Eine Verlängerung der Streifen an der Scheibe selbst verringert die Zeit der Stromunterbrechung relativ, bei permanenter Drehung der Scheibe. Ich erwähne nur noch, daß die vier federnden Streifen keine Löthung bekommen dürfen.

Ueber die magnetische Störung am 21. Februar 1866.

Von **L. Dufour** in Lausanne.

(Aus Comptes rendus LXII. No. 11; Sitzung vom 12. März 1866, S. 643.)

Bekanntlich ist am 21. Februar d. J. in einem Theile von Europa eine sehr erhebliche magnetische Störung aufgetreten, welche unter anderen die magnetischen Apparate der Observatorien von Paris, Livorno und Rom in sehr auffälliger Weise afficirt hat. Gleichzeitig zeigten sich spontane Ströme auf vielen Telegraphenlinien. Zwischen 5 und 6 Uhr Morgens z. B. wurden im Genfer Telegraphenbüreau constante und starke Ströme in den nach Basel, Bern, Mailand ꝛc. führenden Leitungen wahrgenommen. Am Morgen desselben Tages war die telegraphische Verständigung dieser Station mit Paris, sowie die zwischen Bern und Paris durch die Gegenwart spontaner Ströme in den Leitungen gestört, welche stark genug waren, um die Apparate zu afficiren.

Dies Auftreten elektrischer Ströme in ausgedehnten Telegraphenlinien während eines magnetischen Sturmes ist schon bei mehreren Gelegenheiten constatirt worden, erwähnenswerth erscheint es indeß, daß am oben gedachten Tage auch in einem sehr kurzen Leitungsbogen ungewöhnliche Stromerscheinungen wahrgenommen wurden. Ich hatte bereits mehrere Monate früher nahe dem Akademiegebäude in Lausanne eine Kupferplatte von 36 Quadratcentimeter Oberfläche in den Erdboden einsenken lassen. An derselben ist ein dicker Eisendrath, von 3 Millimeter Durchmesser, befestigt, der bis in mein Laboratorium geführt ist, wo er mit den Gasleitungsröhren in Berührung gebracht werden kann.

Die Kupferplatte liegt in 2,8 Meter Tiefe in der gewöhnlichen Pflanzenerdschicht; ihr Abstand von dem nächsten Punkte, wo diese eisernen Gasleitungsröhren in den Erdboden hinabsteigen, beträgt ungefähr 29 Meter.

Seit einigen Wochen hatte ich (Behufs Untersuchungen über die secundäre Polarisation von in den Erdboden eingegrabenen Metallplatten) in diese Leitung ein Galvanometer mit 60 Multiplicatorwindungen und astatischem Nadelsystem eingeschaltet. Unter gewöhnlichen Umständen ist in diesem Kreise ein Strom vorhanden, der von der Kupferplatte nach den eisernen Gasleitungsröhren geht und die Nadel des Galvanometers ungefähr um 43° ablenkt. Dieser Strom, der ohne Zweifel einer elektrochemischen Action im Erdboden seine Entstehung verdankt, ist sehr beständig. Meist sieht man die Nadel vollkommen ruhig stehen, oder nur um einen geringen Bruchtheil eines Grades sich bewegen. Beträchtlichere Aenderungen des Ausschlagwinkels geschehen stets sehr langsam und umfassen einen Zeitraum von mehreren Tagen; sie sind wahrscheinlich durch eine Aenderung des Feuchtigkeitsgehaltes des Erdbodens veranlaßt.

Am Morgen des 21. Februar aber, als ich eine Beobachtung über die secundäre Polarisation anstellen wollte, nahm ich ganz ungewöhnliche Bewegungen der Galvanometernadel wahr.

Die Ablenkung der Nadel schwankte in unregelmäßig intermittirender Weise um 4 bis 5°. Innerhalb weniger Minuten ging die Nadel von 44 auf 40°, kehrte dann auf 45° zurück und ähnliche Schwankungen wiederholten sich, bald langsam, bald plötzlich. Diese Aenderungen waren, abgesehen aon der Itensität, ganz analog den Erscheinungen, welche unter gleichen Umständen an Telegraphrnlinien beobachtet worden, wo die Galvanometer bekanntlich intermittirende Ströme bald in der einen, bald in der anderen Richtung anzeigen. Für mich war diese Unruhe der Nadel unerklärlich, weil ich es für unmöglich hielt, daß eine magnetische Störung sogar auf einem so kurzen Kreise sich fühlbar machen könne, überdies auch von dem damaligen Obwalten solcher Störungen nicht unterrichtet war. Diese Wahrnehmungen wurden zwischen 10 und 11 Uhr Vormittags gemacht; ich habe sie leider nicht weiter verfolgt, weil ich ihnen damals keine besondere Wichtigkeit beimaß. Erst am folgenden Tage erfuhr ich aus dem Bulletin de l'Observatoire de Paris und von dem Director der Lausanner Telegraphen, die in ganz Europa wahrgenommene magnetische Störung.

Es muß, wie man einräumen wird, im höchsten Grade wahrscheinlich erscheinen, daß die am 21. Februar in meinem kurzen Schließungsbogen wahrgenommenen elektrischen Störungen in derselben allgemeinen Influenz ihre Ursache gehabt, welche, zur selben Zeit, auch die langen Telegraphenlinien beeinflußte, und diese Thatsache scheint mir insofern von Interesse, als die Erdschicht, welche die äußersten Enden meines Schließungsbogens trennt, noch nicht 30 Meter Dicke besitzt.

Uebersicht der Königl. Niederländischen Vereins-Telegraphenlinien,

welche am 1. Januar 1866 in Betrieb standen *).

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen.		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen.	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
1.	Amsterdam . . .	Harlem	2,2		7	15,4	
2.	Harlem	Leiden	4,2		6	25,2	
3.	Leiden	Haag	2,2		6	13,2	
4.	Haag	Delft	1,3		6	7,8	
5.	Delft	Schiedam	1,5		6	9,0	
6.	Schiedam	Delfshafener Schiebr.*	0,3		7	2,1	
7.	Delfshaf. Schiebrücke*	Delfshafen	0,2		2	0,4	
8.	Delfshafener Schiebr.*	Rotterdam . . .	0,6		7	4,2	
9.	Rotterdam . . .	Dordrecht	2,3		3	6,9	
10.	Dordrecht	Moerdijk* . . .	1,6		2	3,2	
11.	Moerdijk* . . .	Roosendaal . . .	3,4		2	6,8	
12.	Roosendaal . . .	Belgische Grenze* .	1,0	20,8	4	4,0	98,2
13.	Haag	Scheveningen . . .	0,7	0,7	1	0,7	0,7
14.	Schiedam	Vlaardingen . . .	0,6	0,6	1	0,6	0,6
15.	Roosendaal . . .	Bergen-op-Zoom .	1,7		2	3,4	
16.	Bergen-op-Zoom .	Kettingdijk* . . .	1,4		2	2,8	
17.	Kettingdijk* . . .	Goes	3,5		1	3,5	
18.	Goes	Middelburg . . .	3,1		1	3,1	
19.	Middelburg . . .	Vlissingen	1,1	10,8	1	1,1	13,9
20.	Kettingdijk* . . .	Zierikzee	3,8		1	3,8	
21.	Zierikzee	Brouwershavn* . .	1,3	5,1	1	1,3	5,1
22.	Neuzen	belgische Grenze* .	2,1	2,1	1	2,1	2,1
†23.	Amsterdam . . .	Utrecht	5,3		10	53,0	
24.	Utrecht	Ede*	5,5		9	49,5	
25.	Ede*	Arnheim	2,5		9	22,5	
26.	Arnheim . . .	Babberich* (preuß. Gr.)	2,7	16,0	2	5,4	130,4
27.	Amsterdam . . .	Utrecht	5,3		8	42,4	
28.	Utrecht	Ede*	5,5		4	22,0	
29.	Ede*	Arnheim	2,5	13,3	4	10,0	74,4
30.	Utrecht	Gouda	4,6		3	13,8	
31.	Gouda	Rotterdam . . .	3,0	7,6	3	9,0	22,8
		Latus . . .		77,0			348,2

† Die Parallelleitungen Nr. 23 bis 25 und 27 bis 29 sind an verschiedenen, auf entgegengesetzten Seiten der Bahn stehenden Stangenreihen geführt.

*) Wir publiciren in diesem Jahre die Linienübersichten der Vereinsstaaten einzeln in dem Maße, wie sie uns zugehen. Die Recapitulation und sonstige Zusammenstellungen werden wir folgen lassen, wenn die Uebersichten aller Vereinsstaaten vorliegen. D. Red.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		77,0			348,2
32.	Utrecht	Gorinchem . . .	5,0		3	15,0	
33.	Gorinchem . . .	Oosterhout . . .	3,5		3	10,5	
34.	Oosterhout . . .	Breda	1,1		3	3,3	
35.	Breda	Roosendaal . . .	3,3	12,9	4	13,2	42,0
36.	Utrecht	Culenborg . . .	2,7		1	2,7	
37.	Culenborg . . .	Geldermalsen* . .	1,5		1	1,5	
38.	Geldermalsen* . .	Bommel	1,2		1	1,2	
39.	Bommel	Herzogenbusch . .	2,5	7,9	1	2,5	7,9
40.	Geldermalsen* . .	Tiel	1,5	1,5	2	3,0	3,0
41.	Utrecht	Amersfoort . . .	3,0		3	9,0	
42.	Amersfoort . . .	Zwolle	9,3	12,3	2	18,6	27,6
43.	Amersfoort . . .	Soestdijk	1,3		1	1,3	
44.	Soestdijk	Hilversum	1,1	2,4	1	1,1	2,4
45.	Ede*	Wageningen . . .	1,0	1,0	2	2,0	2,0
46.	Breda	Tilburg	3,3		1	3,2	
47.	Tilburg	Herzogenbusch . .	3,1		1	3,1	
48.	Herzogenbusch . .	Helmond	4,8		1	4,8	
49.	Helmond	Eindhoven	2,2	13,4	1	2,2	13,4
50.	Amsterdam . . .	Zaandam	1,3		1	1,3	
51.	Zaandam	Wormerveer . . .	1,1		1	1,1	
52.	Wormerveer . . .	Purmerende . . .	1,7	4,1	1	1,7	4,1
53.	Amsterdam . . .	Purmerende . . .	2,7		2	5,4	
54.	Purmerende . . .	Hoorn	2,7		3	8,1	
55.	Hoorn	Enkhuizen	2,7		1	2,7	
56.	Enkhuizen	Lemmer	7,0		1	7,0	
57.	Lemmer	Sneek	3,2		1	3,2	
58.	Sneek	De drie Romers* .	1,8		2	3,6	
59.	De drie Romers* .	Leeuwarden . . .	1,4	21,5	4	5,6	35,6
60.	Hoorn	Alkmaar	3,4		2	6,8	
61.	Alkmaar	Nieuwediep . . .	6,1	9,5	1	6,1	12,9
62.	Sneek	Bolsward	1,4	1,4	1	1,4	1,4
63.	Arnheim	Nimwegen	2,5		4	10,0	
64.	Nimwegen	Venlo	8,5		4	34,0	
65.	Venlo	Roermond	3,2		2	6,4	
66.	Roermond	Mastricht	6,7		2	13,4	
67.	Mastricht	Bocholz* (preuß. Gr.)	4,2	25,1	1	4,2	68,0
68.	Venlo	Preußische Grenze* .	0,6	0,6	2	0,6	1,2
69.	Mastricht	Belgische Grenze* . (bei Smeermaas)	0,8	0,8	1	0,8	0,8
70.	Mastricht	Eysden* belg. Gr. .	2,0	2,0	1	2,0	2,0
		Latus . .		193,4			572,5

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		193,4			572,5
71.	Arnheim	Zütphen	4,3		8	34,4	
72.	Zütphen	Deventer	2,4		3	7,2	
73.	Deventer	Zwolle	4,4		2	8,8	
74.	Zwolle	Meppel	3,3		3	9,9	
75.	Meppel	Aſſen	6,1		2	12,2	
76.	Aſſen	Gröningen . . .	3,7		2	7,4	
77.	Gröningen . . .	Quatrebras* . . .	5,8		1	5,8	
78.	Quatrebras* . . .	Leeuwarden . . .	1,8		2	3,6	
79.	Leeuwarden . . .	Franecker	2,5		1	2,5	
80.	Franecker	Harlingen	1,2	35,5	1	1,2	93,0
81.	Zütphen	Hengelo	6,2		6	37,2	
82.	Hengelo	Nordhorn* (hannov. Gr.)	3,2	9,4	3	9,6	46,8
83.	Hengelo	Almelo	1,8	1,8	2	3,6	3,6
84.	Hengelo	Enſchedé	1,2		3	3,6	
85.	Enſchedé	Preuß. Grenze* . .	0,8	2,0	3	2,4	6,0
86.	Zütphen	Apeldoorn	2,7		1	2,7	
87.	Apeldoorn	Het Loo	0,6	3,3	1	0,6	3,3
88.	Zwolle	Kampen	2,1	2,1	1	2,1	2,1
89.	Meppel	Steenwijk	1,9		1	1,9	
90.	Steenwijk	Heerenveen . . .	4,0		1	4,0	
91.	Heerenveen	De drie Romers* .	2,0	7,9	2	4,0	9,9
92.	Heerenveen	Joure	1,4	1,4	1	1,4	1,4
93.	Gröningen . . .	Delfzijl	4,3	4,3	1	4,3	4,3
94.	Gröningen . . .	Hoogezand . . .	1,9		1	1,9	
95.	Hoogezand . . .	Duurkenakker* . .	1,6		1	1,6	
96.	Duurkenakker* . .	Winſchoten . . .	1,6	5,1	1	1,6	5,1
97.	Duurkenakker* . .	Veendam	0,5	0,5	2	1,0	1,0
98.	Quatrebras* . . .	Dokkum	1,8	1,8	1	1,8	1,8
		Summa . .		268,5			750,8

Uebersicht der Königl. Württembergischen Vereins-Telegraphenlinien,

welche am 1. Januar 1866 in Betrieb standen.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. überhaupt
1.	Stuttgart	Cannstatt	0,5		9	4,5	
2.	Cannstatt	Eßlingen	1,4		6	8,4	
3.	Eßlingen	Plochingen . . .	1,2		5	6,0	
4.	Plochingen . . .	Göppingen . . .	2,6		4	10,4	
5.	Göppingen . . .	Süßen	1,1		4	4,4	
6.	Süßen	Geißlingen . . .	1,4		4	5,6	
7.	Geißlingen . . .	Amstetten	0,8		4	3,2	
8.	Amsteiten	Lonsee	0,8		4	3,2	
9.	Lonsee	Beimerstetten . . .	1,2		4	4,8	
10.	Beimerstetten . . .	Ulm	1,6		4	6,4	
11.	Ulm	Erbach	1,5		4	6,0	
12.	Erbach	Laupheim	1,5		3	4,5	
13.	Laupheim	Biberach	2,0		3	6,0	
14.	Biberach	Essendorf	1,7		3	5,1	
15.	Essendorf	Schussenried . . .	1,0		3	3,0	
16.	Schussenried . . .	Aulendorf	0,7		4	2,8	
17.	Aulendorf	Mochenwangen . .	1,6		3	4,8	
18.	Mochenwangen . .	Ravensburg . . .	1,3		3	3,9	
19.	Ravensburg . . .	Friedrichshafen . .	2,7	26,6	3	8,1	101,1
20.	Friedrichshafen . .	Langenargen . . .	0,9		1	0,9	
21.	Langenargen . . .	Lindau* (bayer. Gr.)	0,9	1,8	1	0,9	1,8
22.	Friedrichshafen . .	Immenstaad* (bad. Gr.)	1,0	1,0	1	1,0	1,0
23.	Friedrichshafen . .	Romanshorn* . . (schweiz. Anschluß)	1,6	1,6	1	1,6	1,6
24.	Friedrichshafen . .	Hardt* (österr. Anschl.)	3,7	3,7	1	3,7	3,7
25.	Ravensburg . . .	Weingarten (Altdorf)	0,5	0,5	1	0,5	0,5
26.	Aulendorf	Waldsee	1,3		1	1,3	
27.	Waldsee	Wurzach	1,8		1	1,8	
28.	Wurzach	Reichenhofen* . . .	1,4		1	1,4	
29.	Reichenhofen* . . .	Leutkirch	0,7		1	0,7	
30.	Leutkirch	Isny	2,3		1	2,3	
31.	Isny	Wangen	2,7		1	2,7	
32.	Wangen	Tettnang	3,0		1	3,0	
33.	Tettnang	Friedrichshafen . .	1,3	14,5	1	1,3	14,5
34.	Waldsee	Wolfegg	1,8		1	1,8	
35.	Wolfegg	Kißlegg	1,2	3,0	1	1,2	3,0
		Latus . . .		52,7			127,2

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		52,7			127,2
36.	Reichenhofen*	Zeil (Schleife)	0,4	0,4	2	0,8	0,8
37.	Aulendorf	Altshausen	1,2		1	1,2	
38.	Altshausen	Saulgau	1,4		1	1,4	
39.	Saulgau	Mengen	2,2	4,8	1	2,2	4,8
40.	Biberach	Ochsenhausen	1,8	1,8	1	1,8	1,8
41.	Schussenried	Buchau	1,3		1	1,3	
42.	Buchau	Riedlingen	2,2		1	2,2	
43.	Riedlingen	Datthausen*	1,7		1	1,7	
44.	Datthausen*	Munderkingen	1,2		1	1,2	
45.	Munderkingen	Ehingen	1,4		1	1,4	
46.	Ehingen	Oberdischingen	1,0		1	1,0	
47.	Oberdischingen	Erbach	0,7	9,5	1	0,7	9,5
48.	Datthausen*	Zwiefalten (Schleife)	0,9	0,9	2	1,8	1,8
49.	Ulm	Blaubeuren	2,1		1	2,1	
50.	Blaubeuren	Laichingen	1,6		1	1,6	
51.	Laichingen	Münsingen	2,7		1	2,7	
52.	Münsingen	Urach	1,8		1	1,8	
53.	Urach	Metzingen	1,4	9,6	1	1,4	9,6
54.	Plochingen	Unterboihingen	0,9		1	0,9	
55.	Unterboihingen	Nürtingen	0,8		1	0,8	
56.	Nürtingen	Metzingen	1,8		2	3,6	
57.	Metzingen	Reutlingen	1,1		1	1,1	
58.	Reutlingen	Tübingen	1,9		1	1,9	
59.	Tübingen	Rottenburg	1,5		1	1,5	
60.	Rottenburg	Eyach	1,7		1	1,7	
61.	Eyach	Horb	1,1		1	1,1	
62.	Horb	Sulz	2,3		1	2,3	
63.	Sulz	Oberndorf	1,8	14,9	1	1,8	16,7
64.	Unterboihingen	Kirchheim unter Teck (Schleife)	1,0	1,0	2	2,0	2,0
65.	Reutlingen	Eningen	0,5		1	0,5	
66.	Eningen	Pfullingen	0,3	0,8	1	0,3	0,8
67.	Tübingen	preuß. Gr.* (Hechingen)	2,3	2,3	1	2,3	2,3
		Latus		98,7			177,3

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		98,7			177,3
68.	Cannstatt	Waiblingen	1,2		3	3,6	
69.	Waiblingen	Schorndorf	2,3		2	4,6	
70.	Schorndorf	Lorch	1,8		2	3,6	
71.	Lorch	Gmünd	1,0		2	2,0	
72.	Gmünd	Mögglingen	1,8		2	3,6	
73.	Mögglingen	Aalen	1,6		2	3,2	
74.	Aalen	Wasseralfingen	0,3		3	0,9	
75.	Wasseralfingen	Goldshöfe	0,6		3	1,8	
76.	Goldshöfe	Lauchheim	1,3		2	2,6	
77.	Lauchheim	Bopfingen	1,4		2	2,8	
78.	Bopfingen	Nördlingen* (bayer. Anschl.)	1,7	15,0	2	3,4	32,1
79.	Bopfingen	Neresheim	1,9	1,9	1	1,9	1,9
80.	Aalen	Königsbronn	1,9		1	1,9	
81.	Königsbronn	Heidenheim	1,1		1	1,1	
82.	Heidenheim	Giengen	1,5		1	1,5	
83.	Giengen	Langenau	3,3		1	3,3	
84.	Langenau	Ulm	1,5	9,3	1	1,5	9,3
85.	Schorndorf	Welzheim	2,0	2,0	1	2,0	2,0
86.	Goldshöfe	Ellwangen	1,3		1	1,3	
87.	Ellwangen	Crailsheim	3,1		1	3,1	
88.	Crailsheim	Roth am See	2,0		1	2,0	
89.	Roth am See	Gerabronn	1,2		1	1,2	
90.	Gerabronn	Langenburg	0,8		1	0,8	
91.	Langenburg	Blaufelden	1,2		1	1,2	
92.	Blaufelden	Niederstetten	2,0		1	2,0	
93.	Niederstetten	Weikersheim	1,6		1	1,6	
94.	Weikersheim	Mergentheim	1,5	14,7	1	1,5	14,7
95.	Roth am See	Kirchberg (Schleife)	0,9	0,9	2	1,8	1,8
96.	Waiblingen	Winnenden	1,2		1	1,2	
97.	Winnenden	Backnang	1,3		1	1,3	
98.	Backnang	Sulzbach	1,3		1	1,3	
99.	Sulzbach	Murrhardt	1,0		1	1,0	
100.	Murrhardt	Gaildorf	2,2		1	2,2	
101.	Gaildorf	Bellberg	2,1	9,1	1	2,1	9,1
102.	Stuttgart	Hohenheim	1,6		1	1,6	
103.	Hohenheim	Nürtingen	2,2	3,8	1	2,2	3,8
		Latus		155,4			252,0

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		155,4			252,0
104.	Stuttgart	Böblingen	2,6		2	5,2	
105.	Böblingen	Herrenberg . . .	2,1		2	4,2	
106.	Herrenberg . . .	Nagold	1,4		1	1,4	
107.	Nagold	Altenſteig	1,8		1	1,8	
108.	Altenſteig	Pfalzgrafenweiler .	1,5		1	1,5	
109.	Pfalzgrafenweiler .	Freudenſtadt . . .	2,2		1	2,2	
110.	Freudenſtadt . . .	Alpirsbach . . .	2,5		1	2,5	
111.	Alpirsbach . . .	Oberndorf	2,7		1	2,7	
112.	Oberndorf	Rottweil	2,5		2	5,0	
113.	Rottweil	Schwenningen . .	1,5		1	1,5	
114.	Schwenningen . .	Bad. Gr.*(Villingen)	0,4	21,2	1	0,4	28,4
115.	Rottweil	Spaichingen . . .	2,0		1	2,0	
116.	Spaichingen . . .	Tuttlingen	1,8	3,8	1	1,8	3,8
117.	Oberndorf	Schramberg . . .	2,5		1	2,5	
118.	Schramberg . . .	Bad. Gr.* (Schiltach)	0,4	2,9	1	0,4	2,9
119.	Oberndorf	Roſenfeld	1,7		1	1,7	
120.	Roſenfeld	Balingen	1,8		1	1,8	
121.	Balingen	Ebingen	2,3	5,8	1	2,3	5,8
122.	Freudenſtadt . . .	Baiersbronn (Schleife)	0,8	0,8	2	1,6	1,6
123.	Herrenberg . . .	Tübingen	2,7	2,7	1	2,7	2,7
124.	Stuttgart	Leonberg	2,3		1	2,3	
125.	Leonberg	Weil-die-Stadt . .	1,8		1	1,8	
126.	Weil-die-Stadt . .	Calw	1,8		1	1,8	
127.	Calw	Oberreichenbach* . .	1,1		1	1,1	
128.	Oberreichenbach* . .	Calmbach	1,2		1	1,2	
129.	Calmbach	Neuenbürg . . .	1,1		1	1,1	
130.	Neuenbürg . . .	badiſche Grenze* . .	1,0	10,3	1	1,0	10,3
131.	Oberreichenbach* . .	Teinach (Schleife) .	0,8	0,8	2	1,6	1,6
132.	Calmbach	Wildbad (Schleife) .	0,6	0,6	2	1,2	1,2
133.	Wildbad	Herrenalb	1,8	1,8	1	1,8	1,8
134.	Stuttgart	Feuerbach	0,6		5	3,0	
135.	Feuerbach	Ludwigsburg . . .	1,3		5	6,5	
136.	Ludwigsburg . . .	Asperg	0,5		6	3,0	
137.	Asperg	Bietigheim . . .	0,7		5	3,5	
		Latus . .	3,1	206,1		16,0	312,1

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport .	3,1	206,1		16,0	312,1
138.	Bietigheim . . .	Besigheim	0,9		2	1,8	
139.	Besigheim	Lauffen	1,4		2	2,8	
140.	Lauffen	Heilbronn	1,7		2	3,4	
141.	Heilbronn	Weinsberg . . .	0,9		2	1,8	
142.	Weinsberg . . .	Oehringen	2,6		2	5,2	
143.	Oehringen	Waldenburg . . .	1,7		2	3,4	
144.	Waldenburg . . .	Künzelsau	1,4		1	1,4	
145.	Künzelsau	Dörzbach	2,2		1	2,2	
146.	Dörzbach	Mergentheim . . .	2,3	18,2	1	2,3	40,3
147.	Ludwigsburg . . .	Markgröningen . .	0,7		1	0,7	
148.	Markgröningen . .	Hemmingen . . .	0,9	1,6	1	0,9	1,6
149.	Ludwigsburg . . .	Marbach	1,2		1	1,2	
150.	Marbach	Großbottwar . . .	1,1	2,3	1	1,1	2,3
151.	Bietigheim . . .	Sersheim	1,7		3	5,1	
152.	Sersheim	Mühlacker	1,4		3	4,2	
153.	Mühlacker	Maulbronn . . .	0,9		2	1,8	
154.	Maulbronn . . .	Bretten*	1,3		2	2,6	
155.	Bretten*	Bruchsal* (bad. Anschl.)	2,1	7,4	2	4,2	17,9
156.	Sersheim	Vaihingen	0,5	0,5	1	0,5	0,5
157.	Lauffen	Brakenheim . . .	0,9		1	0,9	
158.	Brakenheim . . .	Güglingen	0,7	1,6	1	0,7	1,6
159.	Heilbronn	Neckarsulm . . .	0,7		1	0,7	
160.	Neckarsulm . . .	Friedrichshall . . .	0,8		1	0,8	
161.	Friedrichshall . . .	Gundelsheim . . .	1,0		1	1,0	
162.	Gundelsheim . . .	Mosbach* (Bad. Gr.)	0,5	3,0	1	0,5	3,0
163.	Oehringen	Neuenstadt . . .	1,8	1,8	1	1,8	1,8
164.	Oehringen	Schönthal	2,2	2,2	1	2,2	2,2
165.	Waldenburg . . .	Hall	2,0		1	2,0	
166.	Hall	Vellberg	2,2		1	2,2	
167.	Vellberg	Crailsheim . . .	2,7	6,9	2	5,4	9,6
		Summa . .		251,6			392,9

Uebersicht der Großherzogl. Mecklenburg-Schwerinschen Vereins-Telegraphenlinien,

welche am 1. Januar 1866 in Betrieb standen.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
1.	Schwerin	Hagenow*	3,7		3	11,1	
2.	Hagenow* . . .	Ludwigslust (Bahnh.*)	2,9		1	2,9	
3.	Ludwigslust (Bahnh.*)	Ludwigslust (Station)	0,2		3	0,6	
4.	Ludwigslust (Bahnh.*)	Parchim	3,7	10,5	1	3,7	18,3
5.	Schwerin	Kleinen*	2,2		2	4,4	
6.	Kleinen*	Bützow, Bahnhof* .	5,4		2	10,8	
7.	Bützow, Bahnhof* .	Bützow, Stadt . .	0,3		2	0,6	
8.	Bützow, Bahnhof* .	Güstrow	1,9		4	7,6	
9.	Güstrow	Teterow	4,3		1	4,3	
10.	Teterow	Malchin	2,2		1	2,2	
11.	Malchin	Stavenhagen* . .	1,8		2	3,6	
12.	Stavenhagen* . .	Neubrandenburg . .	4,1		1	4,1	
13.	Neubrandenburg . .	Sponholz* . . .	1,0		2	2,0	
14.	Sponholz* . . .	Woldegk	2,5		1	2,5	
15.	Woldegk	Strasburg* (preuß. Gr.)	1,2	26,9	1	1,2	43,3
16.	Neubrandenburg . .	Neustrelitz	4,0	4,0	1	4,0	4,0
17.	Kleinen*	Wismar	2,1	2,1	2	4,2	4,2
18.	Bützow, Bahnhof* .	Rostock	4,2		2	8,4	
19.	Rostock	Schutow*	0,9		2	1,8	
20.	Schutow*	Doberan	1,4		1	1,4	
21.	Doberan	Heiligendamm . .	0,8	7,3	1	0,8	12,4
22.	Schutow*	Warnemünde . . .	1,2	1,2	1	1,2	1,2
23.	Stavenhagen* . .	Waren	4,0	4,0	1	4,0	4,0
24.	Sponholz* . . .	Friedland	2.3	2,3	1	2,3	2,3
		Summa . .		58,3			89,7

Uebersicht
der im Kalenderjahre 1865 auf den Königlich Württembergischen Telegraphenstationen beförderten Staats-, Privat- und Dienstdepeschen.

Mitgetheilt von der Königlich Württembergischen Telegraphen-Direction.

Die mit * bezeichneten sind noch nicht eröffnete Stationen.

Stationen.	Staats- und Privatdepeschen. Internationale				Staats- und Privatdepeschen. Interne				Summa.		Gebührenfreie Dienst-Depeschen.				Auf den Stationen eingehobene Gebühren.	
	abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	nach Nummern.	auf einfache reducirt.	abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	Fl.	Kr.
Aalen	149	117	266	281	1132	910	2042	2127	2308	2408	1175	2658	4833	6204	564	37
Alpirsbach	130	130	260	283	188	190	378	392	638	675	19	30	49	83	146	42
Altensteig	46	41	87	91	261	270	531	554	618	645	10	36	46	74	133	30
Altshausen	156	156	312	323	414	433	847	892	1159	1215	12	20	32	45	293	10
Altdorf (Weingarten)	44	43	87	92	501	536	1037	1104	1124	1196	7	13	20	33	237	44
Amstetten	6	2	8	8	43	45	88	88	96	96	335	804	1139	1308	19	40
Aulendorf	71	62	133	147	514	429	943	999	1076	1146	298	330	628	829	230	24
Backnang	67	81	148	157	584	570	1154	1208	1302	1365	16	49	65	99	274	57
Balingen	118	86	204	219	433	411	844	896	1048	1115	6	34	40	51	260	—
*Bartenstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Beimerstetten	5	3	8	10	136	135	271	277	279	287	267	818	1085	1163	62	54
Besigheim	66	54	120	128	507	487	994	1043	1114	1171	53	54	108	158	256	1
Biberach	283	298	581	626	1803	1924	3727	3956	4308	4582	598	463	1061	1433	957	—
Bietigheim	232	134	366	390	1004	616	1620	1711	1986	2101	2543	2152	4695	5545	623	13
Blaubeuren	120	123	243	269	825	804	1629	1730	1872	1999	49	69	118	172	471	23
Blaufelden	21	22	43	44	153	157	310	325	353	369	20	32	52	87	77	56
Böblingen	60	71	131	131	601	761	1362	1362	1493	1493	60	730	790	790	260	48
Bopfingen	174	183	357	395	470	468	938	971	1295	1366	1126	707	1833	2006	342	58
Brackenheim	57	44	101	111	299	251	550	588	651	699	2	13	15	25	167	52
Bretten	471	506	977	1072	380	360	740	772	1717	1844	633	209	842	1037	379	59
Bruchsal	—	—	—	—	1194	1100	2294	2563	2294	2563	1806	1603	3409	4737	421	2
Buchau	184	231	415	427	648	824	1472	1526	1887	1953	33	42	75	129	371	27
Calw	247	295	542	568	1012	1103	2115	2310	2657	2878	76	76	152	223	639	8
Canstatt	1357	1370	2727	2941	2893	2588	5481	5803	8208	8744	1426	2104	3530	4261	2842	20
Craisbaim	187	193	380	397	775	868	1643	1735	2023	2132	309	319	628	1014	464	44
Dörzbach	48	49	97	99	221	215	436	458	533	557	4	22	26	42	119	1
Ebingen	76	101	177	183	394	474	868	897	1045	1080	20	39	59	84	217	56
Ehingen	59	53	112	125	711	778	1489	1552	1601	1677	48	51	99	134	318	14
Ellwangen	107	113	220	235	1026	1044	2070	2164	2290	2399	174	244	418	605	513	34
Eningen	45	53	98	104	254	213	467	495	565	599	4	13	17	31	135	4
Erbach	43	47	90	92	199	190	389	398	479	490	171	432	603	676	106	40
Essendorf	7	6	13	14	280	253	533	580	546	594	98	212	310	420	109	32
Latus	4636	4667	9303	9962	19855	19407	39262	41476	48565	51438	12398	14379	26777	33498	12019	30

Stationen.	Staats- und Privatdepeschen.								Summa.		Gebührenfreie Dienst-Depeschen.				Auf den Stationen eingehobene Gebühren.	
	Internationale				Interne											
	abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	nach Nummern.	auf einfache reducirt.	abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	fl.	kr.
Transport	4636	4667	9303	9962	19855	19407	39262	41476	48565	51438	12398	14379	26777	33498	12019	30
Eßlingen	914	952	1866	2127	2173	2752	4925	5269	6791	7396	2705	1938	4643	5793	2316	3
Eyach	67	44	111	124	397	386	783	824	894	948	151	201	352	520	215	15
Feuerbach [1])	24	17	41	44	107	94	201	208	242	252	103	104	207	256	68	23
Freudenstadt	167	180	347	376	507	493	1000	1061	1347	1437	31	27	58	94	346	50
Friedrichshafen	560	462	1022	1156	2310	1927	4237	4725	5259	5881	937	928	1865	2458	1795	53
Friedrichshall	142	160	302	325	185	202	387	418	689	743	36	68	104	161	187	18
Gailsdorf	43	31	74	77	434	426	860	903	934	980	21	33	54	90	193	25
Geislingen	262	255	517	564	1010	1061	2071	2207	2588	2771	535	683	1218	1595	710	50
Gerabronn	12	14	26	27	168	151	319	332	345	359	19	35	54	94	74	48
Giengen	72	58	130	139	543	387	930	974	1060	1113	18	29	47	59	278	11
Gmünd	215	282	497	523	1442	1449	2891	3033	3388	3556	858	949	1807	2136	789	12
Göppingen	539	511	1050	1143	2153	2189	4342	4588	5392	5731	545	621	1166	1493	1570	52
Goldshöfe	26	14	40	41	308	177	485	503	525	544	337	351	688	912	127	16
Gundelsheim	94	85	179	187	132	153	285	302	464	489	10	25	35	48	107	19
Hall	292	280	572	596	1790	2036	3826	4057	4398	4653	545	1011	1556	1948	961	39
Heidenheim	381	402	783	871	1540	1751	3291	3543	4074	4414	276	250	526	734	1029	42
Heilbronn	3352	3192	6544	6960	4818	5700	10518	11697	17062	18657	1258	2183	3441	4713	5573	28
Hemmingen	12	10	22	27	219	249	468	495	490	522	7	22	29	49	96	39
Herrenberg	58	53	111	114	412	388	800	844	911	958	27	53	80	111	191	47
Hohenheim	61	80	141	157	304	356	660	695	801	852	6	30	36	59	224	57
Horb	126	134	260	292	578	606	1184	1272	1444	1564	164	217	381	692	311	42
Isny	135	111	246	263	466	413	879	948	1125	1211	16	17	33	55	327	35
Kirchberg a. d. Jagst	33	31	64	67	348	301	649	675	713	742	24	41	65	103	167	48
Kirchheim	140	121	261	282	860	1021	1881	1972	2142	2254	180	152	332	436	495	15
Königsbronn	14	8	22	23	176	160	336	351	358	374	135	217	352	503	69	2
Künzelsau	79	157	236	247	611	661	1272	1310	1508	1557	41	28	69	99	300	10
Laichingen	1	6	7	7	311	251	562	587	569	594	9	26	35	52	124	52
Langenargen [2])	66	60	126	130	269	207	476	522	602	652	16	14	30	57	188	56
Langenburg	59	65	124	153	379	298	677	732	801	885	11	27	38	63	195	11
Lauchheim	31	25	56	59	165	166	331	343	387	402	739	190	929	1041	85	48
Lauffen	27	15	42	42	282	895	1177	1238	1219	1280	74	94	168	223	117	6
Laupheim	66	82	148	156	714	832	1546	1609	1694	1765	511	147	658	788	338	47
Leonberg	21	24	45	47	342	350	692	719	737	766	20	28	48	78	133	36
Leutkirch	174	137	311	333	573	488	1061	1126	1372	1459	39	48	87	130	411	2
Lonsee	1	1	2	2	89	67	156	166	158	168	738	77	815	908	39	31
Lorch	8	10	18	21	191	209	400	415	418	436	132	138	270	353	75	44
Ludwigsburg	413	509	922	984	2619	3050	5669	5979	6591	6963	1267	711	1978	2410	1365	18
Marbach	21	36	57	67	310	335	645	665	702	732	8	19	27	40	119	28
Markgröningen	9	10	19	19	131	203	334	341	353	360	1	13	14	21	51	34
Maulbronn	25	32	57	59	158	152	310	328	367	387	157	347	504	584	75	40
Mengen	48	70	118	127	318	316	634	663	752	790	12	29	41	73	168	54
Latus	13426	13393	26819	28920	50697	52715	103412	110115	130231	139035	25117	26500	51617	65530	34042	16

1) Am 12. Juni eröffnet. — 2) Am 24. März eröffnet.

Stationen.	Staats- und Privatdepeschen.								Summa.		Gebührenfreie Dienst-Depeschen.				Auf den Stationen eingehobene Gebühren.	
	Internationale				Interne											
	abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	abgegangene	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	nach Nummern.	auf einfache reducirt.	abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	Fl.	Xr.
Transport	13426	13393	26819	28920	50697	52715	103412	110115	130231	139035	25117	26500	51617	65530	34042	16
Mergentheim	246	311	557	601	454	504	958	1007	1515	1608	41	56	97	147	401	43
Metzingen	163	155	318	342	946	1054	2000	2178	2318	2520	332	334	666	797	619	30
Mochenwangen	3	—	3	3	67	52	119	126	122	129	35	92	127	164	27	2
Mögglingen	14	20	34	35	150	134	284	316	318	351	258	201	459	528	71	46
Mühlacker	207	53	260	284	764	598	1362	1427	1622	1711	2523	2347	4870	6165	407	32
Munderkingen	42	44	86	92	333	305	638	681	724	773	27	34	61	96	179	19
Münsingen	30	29	59	63	398	356	754	778	813	841	21	37	58	91	177	38
Murrhardt	2	7	9	9	255	208	463	473	472	482	27	31	58	76	95	8
Nagold	56	49	105	108	446	453	899	922	1004	1030	25	40	65	88	207	28
Neckarsulm	143	149	292	320	501	520	1021	1065	1313	1385	61	73	134	172	285	52
Neresheim	68	49	117	149	161	142	303	324	420	473	23	35	58	94	127	—
Neuenbürg	131	150	281	298	448	471	919	982	1200	1280	61	88	149	221	275	28
Niederstetten	126	126	252	265	282	213	495	548	747	813	13	40	53	100	227	16
Nürtingen	172	191	363	401	690	1084	1774	1946	2137	2347	138	191	329	443	612	27
Oberndorf	42	52	94	98	464	425	889	936	983	1034	141	159	300	481	204	42
Ochsenhausen	94	56	150	174	322	334	656	693	806	867	16	25	41	73	218	22
Oehringen	108	95	203	215	813	779	1592	1668	1795	1883	665	303	968	1090	431	14
Pfalzgrafenweiler	14	20	34	34	113	117	230	238	264	272	5	24	29	45	50	16
Pfullingen	70	70	140	160	236	377	613	707	753	867	30	15	45	56	190	46
Plochingen	92	17	109	119	868	402	1270	1339	1379	1458	1258	1163	2421	3096	418	25
Ravensburg	302	357	659	694	1672	1727	3399	3604	4058	4298	491	348	839	1158	903	31
Reutlingen	480	480	960	1024	2283	2612	4895	5184	5855	6208	747	721	1468	1937	1423	33
Riedlingen	105	112	217	233	563	507	1070	1126	1287	1359	47	77	124	204	305	42
Rosenfeld [1])	11	17	28	34	160	105	265	285	293	319	17	21	38	62	74	10
Roth am See	8	8	16	17	121	94	215	224	231	241	25	40	65	120	63	52
Rottenburg	367	431	798	869	1195	1182	2377	2543	3175	3412	612	487	1099	1369	791	48
Rottweil	311	316	627	676	864	875	1739	1857	2366	2533	299	297	596	998	550	52
Saulgau	89	92	181	185	518	525	1043	1096	1224	1281	25	41	66	93	254	19
Schorndorf	56	67	123	127	586	533	1119	1160	1242	1287	719	584	1303	1579	261	48
Schramberg	332	262	594	618	286	291	577	612	1171	1230	22	43	65	82	368	55
Schussenried	19	12	31	34	243	231	474	493	505	527	154	196	350	462	104	5
Schwenningen	127	105	232	243	266	220	486	510	718	753	13	22	35	55	224	55
Sersheim	23	13	36	38	161	108	269	286	305	324	181	168	349	422	80	50
Spaichingen	38	33	71	74	196	198	394	435	565	509	15	47	62	107	108	39
Stuttgart	17392	20360	37752	43586	22229	21567	43796	49093	81548	92679	6852	7997	14849	20403	34312	5
Sulz	111	108	219	231	289	327	616	641	835	872	73	74	147	211	162	50
Sulzbach	2	4	6	6	152	108	260	278	266	284	22	37	59	83	58	22
Süßen	169	96	265	320	680	912	1592	1875	1857	2195	201	146	347	467	666	49
Teinach [2])	54	30	84	88	233	144	377	403	461	491	18	12	30	50	159	23
Tettnang	247	207	454	518	456	469	925	973	1379	1491	21	45	66	96	409	48
Tübingen	774	775	1549	1673	2689	2651	5340	5620	6889	7293	455	835	1290	1609	1783	—
Latus	36266	38921	75187	83978	95250	96629	191879	206767	267066	290745	41826	44026	85852	111120	82340	26

1) Am 10. April eröffnet. — 2) Vom 1. Mai bis 30 Septbr. im Betrieb.

Stationen.	Staats- und Privatdepeschen. Internationale abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt	Interne abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	Summa. nach Nummern.	auf einfache reducirt.	Gebührenfreie Dienst-Depeschen. abgegangene.	angekommene.	zusammen.	auf einfache reducirt.	Auf den Stationen eingehobene Gebühren. Fl.	Kr.
Transport	36266	38921	75187	83978	95250	96629	191879	206767	267066	290745	41826	44026	85852	111120	82340	26
Tuttlingen	198	238	436	479	480	506	986	1040	1422	1519	46	55	101	160	366	56
Ulm	1790	1370	3160	3469	6710	7398	14108	15109	17268	18578	3955	3698	7653	10273	4734	24
Unterboihingen	16	11	27	31	149	107	256	268	283	299	162	129	291	381	19	52
*Untertürkheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Urach	170	154	324	346	697	900	1597	1737	1921	2083	33	39	72	95	476	52
Vaihingen a. d. Enz	80	114	194	209	320	348	668	693	862	902	5	25	30	44	175	44
Waiblingen	34	50	84	94	455	504	959	1004	1043	1098	1042	290	1332	1475	212	47
Waldenburg	129	186	315	342	580	499	1079	1126	1394	1468	307	179	486	659	361	43
Waldsee	75	67	142	150	553	692	1155	1209	1297	1359	108	82	190	301	290	9
Wangen	170	231	401	479	569	630	1199	1386	1600	1865	37	35	72	96	508	30
Wasseralfingen	56	73	129	141	265	323	598	631	727	772	553	580	1133	1498	137	12
Weikersheim	88	84	172	182	280	262	542	570	714	752	20	43	63	96	166	—
Weildiestadt	49	41	90	92	263	258	521	546	611	638	12	23	35	55	129	40
Weinsberg	47	61	108	122	333	384	717	761	825	883	104	128	232	298	176	32
Welzheim	8	6	14	14	235	198	433	449	447	463	7	15	22	32	101	—
Wildbad	1097	964	2061	2280	1178	905	2083	2309	4144	4589	52	64	116	164	2076	44
Winnenden	36	33	69	79	424	372	796	847	865	926	41	43	84	126	223	10
Wurzach	35	32	67	70	371	347	718	786	785	856	15	41	56	94	175	6
Grenzp. bei Romanshorn	408	395	803	993	3757	4327	8084	9536	8887	10529	6	7	13	19	—	—
Asperg [1])	7	8	15	16	100	94	194	205	209	221	26	46	72	97	46	27
Baiersbronn [2])	6	2	8	8	24	7	31	36	39	44	1	3	4	6	13	24
Großbottwar [3])	1	1	2	2	10	3	13	14	15	16	1	2	3	4	3	46
Güglingen [4])	—	—	—	—	2	—	2	2	2	2	1	—	1	1	—	40
Herrenalb [5])	83	42	125	136	157	96	253	274	378	410	5	15	20	35	140	40
Kißlegg [6])	1	1	2	2	20	17	37	41	39	43	12	18	30	44	9	2
Langenau [7])	3	1	4	4	25	10	35	41	39	45	3	5	8	11	13	42
Neuenstadt [8])	15	6	21	22	56	38	94	96	115	118	5	12	17	24	32	32
Oberdischingen [9])	7	1	8	8	28	22	50	52	58	60	1	8	9	13	18	9
Schönthal [10])	16	8	24	24	62	41	103	110	127	134	5	11	16	24	36	58
Vellberg [11])	8	2	10	11	77	65	142	153	152	164	90	88	178	272	36	56
Wolfegg [12])	20	25	45	46	133	118	251	259	296	305	18	31	49	72	59	24
Zeil [13])	10	5	15	15	65	44	109	114	124	129	3	9	12	18	36	10
Zwiefalten [14])	—	—	—	—	11	5	16	19	16	19	1	—	1	1	4	50
Summa	40929	43133	84062	93844	113649	116059	229708	248188	313770	342032	48503	49750	98253	127608	93175	27
Durchgangsdepeschen									41815	53457						
Summa im Jahre 1865	40929	43133	84062	93844	113649	116059	229708	248188	355585	395489	48503	49750	98253	127608	93175	27
" " " 1864	30421	32077	62498	71268	93878	95820	189698	206337	298578	335074	31777	33595	65372	87594	75384	3
Somit im J. 1865 mehr	10508	11056	21564	22576	19771	20239	40010	41851	57007	60415	16726	16155	32881	40014	17791	24

Eröffnet wurden: 1) am 31. Juli — 2) am 21. November — 3) am 16. December — 4) am 29. December — 5) am 27. Juli — 6) am 9. November — 7) am 8. December — 8) am 3. October — 9) am 17. October — 10) am 4. October — 11) am 29. August — 12) am 21. Juni — 13) am 18. October — 14) am 23. December.

Zuſammenſtellung nach Monaten.

Monat.	Staats- und Privatdepeſchen.								Summa incl. Durchgangsdep.		Gebührenfreie Dienſtdepeſchen.				Auf den Stationen eingehobene Gebühren.	
	Internationale				Interne											
	abgegangene.	angekommene.	zuſammen.	auf einfache reducirt.	abgegangene.	angekommene.	zuſammen.	auf einfache reducirt.	nach der Stückzahl.	auf einfache reducirt.	abgegangene.	angekommene.	zuſammen.	auf einfache reducirt.	Fl.	Kr.
Januar	2357	2328	4685	5395	6561	6599	13160	16164	20938	22957	2610	2605	5215	6763	5557	55
Februar	2247	2409	4656	5217	6498	6549	13047	14217	19678	21967	2557	2681	5238	6649	5417	17
März	2708	2767	5475	6178	8806	8878	17684	18878	25835	28439	2905	3060	5965	7547	6491	45
April	3078	3376	6454	7184	8799	8923	17722	19012	27084	30031	3073	3080	6153	7682	6899	29
Mai	3607	3865	7472	8441	9875	9992	19867	21430	30927	34262	4322	4436	8758	11428	8280	42
Juni	3639	3971	7610	8619	9872	10122	19994	21660	31369	35108	4317	4334	8651	11173	8396	26
Juli	4492	4334	8826	9748	10144	10745	20889	22818	33809	37976	4381	4448	8829	11785	8665	21
Auguſt	3959	4098	8057	8839	10685	10893	21578	23024	33988	37263	4719	4844	9563	12155	8615	29
September	4354	4770	9124	10088	12756	12982	25738	28068	38752	43465	5514	5443	10957	14214	10417	44
October	3897	4211	8108	8881	12039	12308	24347	26316	36923	40891	5997	6253	12250	16197	9246	50
November	3401	3567	6968	7789	9128	9394	18522	20019	29296	32869	4186	4387	8573	11549	7869	12
December	3190	3439	6629	7463	8484	8674	17158	18585	26986	30261	3922	4179	8101	10475	7317	17
Summa	40929	43135	84064	93842	113647	116059	229706	248190	355585	395489	48503	49750	98253	127617	93175	27

Betriebsverhältnisse der schweizerischen Telegraphenanlagen im Jahre 1865.

(Geschäftsbericht der schweizerischen Telegraphenverwaltung an die Bundesversammlung.)

Die schweizerische Telegraphenverwaltung hat auch in diesem Jahre die Freundlichkeit gehabt, uns ihren Bericht an die Bundesversammlung über ihre Geschäftsführung im Jahre 1865 zuzustellen, den wir unseren Lesern nachstehend mittheilen.

Während wir auf der Telegraphenconferenz in Paris im Vereine mit den übrigen Staaten Europas dahin wirkten, den bereits früher gegenüber den Nachbarländern durchgeführten Taxermäßigungen allgemeinern Eingang zu verschaffen und die Vorschriften betreffend den telegraphischen Verkehr einheitlich zu gestalten; während wir ferner unser Möglichstes thaten, die telegraphischen Beziehungen längs unserer Grenzen zu erleichtern, so zeigte die beständige Zunahme sowohl des internen als des internationalen Telegraphenverkehrs der Schweiz, daß unsere Vorsorge nicht übel angewendet war und daß wir zum Voraus des Erfolges der im Wurfe liegenden neuen Verbesserungen versichert sein konnten.

Dieser Verkehrsaufschwung ergiebt sich deutlich aus der Zahl der beförderten Depeschen, welche von 514952 im Jahre 1864 auf 591214 im Jahre 1865 gestiegen ist; somit haben wir eine Vermehrung von 15 pCt. Geht man einige Jahre zurück, so findet man, daß diese Zahl z. B. im Jahre 1860 nur 303930 betrug, und daß sie sich somit in 5 Jahren verdoppelt hat.

Angesichts einer solchen Progression, die sicherlich ihren Höhepunkt noch nicht erreicht hat, müssen wir darauf bedacht sein, einerseits die schweizerische Telegraphie in einem das Publikum vollkommen befriedigenden Zustande zu erhalten, andererseits aber zu verhüten, daß sie den eidgenössischen Finanzen zur Last falle. Wir behalten uns vor, der hohen Bundesversammlung zur geeigneten Zeit unsere bezüglichen Vorschläge zu machen.

Den zahlreichen Gesuchen um neue Büreaus konnten wir gegen Erfüllung der in unserer Verordnungen vom 6. August 1862 festgesetzten Leistungen oder mit Hülfe einzelner Eisenbahn-Kompagnien stets entsprechen. So sind 29 Büreaus dem Publicum an Orten eröffnet worden, welche bis dahin des Telegraphen entbehrten. Die Zahl der am 31. December 1865 eröffneten Büreaus stieg demnach auf 252, so daß durchschnittlich auf 9962 Einwohner und auf 164 Quadrat-Kilometer ein Büreau kommt.

Nach einer kürzlich mit Genehmigung der belgischen Verwaltung zu Brüssel erschienenen Schrift, betitelt: „Guide de la correspondance télégraphique" nimmt Belgien rücksichtlich der Anzahl seiner Büreaus im Verhältniß zu seiner Bevölkerung und seinem Flächeninhalt den ersten Rang unter den europäischen Staaten ein. Wir entnehmen derselben folgende Zahlen:

Durchschnittszahl per Telegraphen-Büreau.

	Einwohner.	Quadrat-Kilometer.
Belgien . . .	17650	108
Preußen . . .	20870	321
England . . .	31200	338
Frankreich . .	30100	507

Fügt man hier die schon oben angegebenen Zahlen für die

Schweiz . . .	9962	164

bei, so leuchtet ein, daß die Schweiz bezüglich der Durchschnittszahl der Einwohner einen weiten Vorsprung vor Belgien hat, und daß, wenn der Flächeninhalt der Seen und unbewohnten Berge vom Flächeninhalt der Schweiz abgezogen würde, letztere auch in dieser Beziehung den Vorrang vor Belgien beanspruchen könnte.

Noch überraschender erscheint der Vorsprung der Schweiz gegenüber Preußen, England und Frankreich; nur unser Nachbar, das Großherzogthum Baden, dürfte sich mit Vortheil neben uns stellen können.

Wir haben uns übrigens nicht darauf beschränkt, nur in den Ortschaften Telegraphenbüreaus zu errichten, wo solche von den Kantonen, Gemeinden oder von der Bevölkerung verlangt worden sind, sondern auch eine Reihe von Privatanstalten, Gasthöfen, Bädern, Pensionen, Fabriken 2c. mit solchen versehen. Die Bedingungen, unter welchen diese Büreaus errichtet wurden, bieten sowohl für das Publikum als für die Verwaltung alle wünschbaren Garantien dar. Sie funktioniren regelmäßig, und ihre Dienste werden von den Eigenthümern dieser Anstalt sehr geschätzt. Der Umstand, daß diese Büreaus auch dem jenen Anstalten fremden Publikum zugänglich sind, dehnt die Vortheile des Telegraphen auf eine immer größere Zahl von Ortschaften aus, welche wegen ihrer geringen Bedeutung und in Ermangelung von Postbüreaus ohne diese rein private und für sie mit keinen Opfern verbundene Dazwischenkunft kaum Anspruch darauf machen könnten.

Angesichts dieser Thatsachen und der bezüglichen eidgenössischen Gesetzgebung mußte uns eine im Laufe des letzten Jahres eingegangene Petition überraschen, dahin gehend, „es möchte die Erstellung von Privattelegraphen nach einem von Morse abweichenden System freigegeben werden.“ Nach dieser Petition hätte sich die verlangte Freigebung übrigens auf zwei ganz verschiedene Kategorien von Telegraphen zu erstrecken.

Die erste Kategorie sollte diejenigen Linien umfassen, welche wesentlich zur Verbindung einer Ortschaft mit dem eidgenössischen Telegraphennetze, oder mit andern Worten dazu bestimmt wären, in der betreffenden Ortschaft ein Telegraphenbürean in dieser oder jener Form zu errichten.

In die zweite Kategorie würden dagegen diejenigen elektrischen Linien fallen, welche zunächst zwei oder mehrere Punkte des schweizerischen Gebietes zu einem ganz privaten und speciellen Zwecke, und zwar unabhängig vom schweizerischen Netze verbinden sollen.

Wir beantworteten diese Petition im Wesentlichen dahin:

Rücksichtlich der ersten Kategorie sind wir im Stande gewesen, allen Begehren, welche bis dahin an uns gelangten, zu entsprechen, und es liegt uns keine Ursache und kein Grund vor, um die Entwicklung, die wir dem schweizerischen Telegraphennetze zu geben bemüht waren, zu hemmen und zu verhindern, daß die Vortheile der öffentlichen Telegraphie nach Maßgabe der Bedürfnisse auch auf diejenigen Gegenden ausgedehnt werden, welche derselben zur Zeit noch entbehren.

Die Petition hebt freilich die Vortheile hervor, welche der eidgenössische Fiskus aus der Errichtung und dem Betriebe einer großen Anzahl von Telegraphen-Stationen, z. B. 2000 (das vereinigte Königreich von Großbritannien und Irland besitzt gegenwärtig kaum 1800) durch die Privaten und auf deren alleinige Kosten zöge, indem diese Stationen einen Theil ihrer Depeschen von Distanz zu Distanz an das eidgenössische Netz unter Entrichtung der reglementarischen Taxen überliefern würden.

Ohne auf eine Besprechung der praktischen Seite dieser Idee einzutreten, was auch von der Petition nicht versucht wurde, beschränken wir uns auf die Bemerkung, daß wir uns mit Rücksicht auf die eidgenössische Telegraphie nie auf den rein fiskalischen Standpunkt stellten. Es ist kar, daß der Bund, indem er sich den ausschließlichen Betrieb der elektrischen Telegraphen vorbehielt, dieses nicht deßhalb that, um daraus den größtmöglichen fiskalischen Gewinn zu ziehen, sondern im Gegentheil deßhalb, damit dieser Betrieb im größten Interesse aller Glieder und aller Gegenden der Eidgenossenschaft stattfinde. Wenn dieses Interesse es erheischt, daß die Rechnungen der Telegraphen-Verwaltung mit einem jährlichen Gewinne schließen, wie dies bei jedem gut organisirten Betriebe der Fall sein soll, so sind wir auf der andern Seite überzeugt, daß die Eidgenossenschaft, so lange dieses Resultat

erzielt wird, vor keiner ersprießlichen Maßregel zurückscheuen wird, die das Institut der schweizerischen Telegraphen auszudehnen, zu heben und zu fördern geeignet ist.

Was nun die zweite Kategorie, betreffend die elektrischen Verbindungen zu Special- und Privatzwecken unabhängig vom eidgenössischen Telegraphennetz anbelangt, so haben wir schon wiederholt und unter verschiedenen Umständen bezügliche Bewilligungen oder Konzessionen ertheilt, und wir sind bereit, allen uns ferner zukommenden Begehren der Art, so weit dieselben begründet erscheinen, gerecht zu werden.

„Wir fügen lediglich bei, daß wir bei Anlaß eines neueren Falles folgende Grundlagen für Ertheilung derartiger Concessionen festsetzten, welche wir (jedoch mit allem Vorbehalt) auch für die Zukunft einhalten werden:

1) Die an einen Privaten concedirte Telegraphenlinie darf den von der eidgenössischen Verwaltung betriebenen Linien nie oneröse Concurrenz machen.
2) Sie darf in keinem Falle ein Hinderniß für die Ausdehnung und Entwicklung des eidgenössischen Netzes sein oder werden.
3) Sie darf weder im Momente ihrer Genehmigung, noch später je ein Privilegium zu Gunsten eines Privaten, einer Gesellschaft oder einer Gemeinde constituiren.
4) Da endlich die Nützlichkeit solcher Linien in vielen Fällen nicht bestritten werden kann, so sollen die mit der Concession verbundenen Bedingungen, in Berücksichtigung der oben aufgestellten Grundsätze dahin zielen, die Errichtung derselben so weit als möglich zu begünstigen."

Unter diesen Bedingungen haben wir einem Handlungshause in St. Gallen eine Concession zum ausschließlichen Gebrauche einer Telegraphenlinie mit einem Drath zwischen seinem Comptoir in St. Gallen und seiner Fabrik in Bruggen ertheilt. Das Nähere ist unserm bezüglichen Beschlusse vom 4. August 1865 zu entnehmen.

Bevor wir diesen Gegenstand verlassen, dürfte es von Interesse sein, der jetzigen Vorgänge in England zu erwähnen, dem einzigen Staate Europa's wo die Telegraphen dem Privatbetriebe überlassen sind. Während die Tarife überall ermäßigt werden, haben sich die concurrirenden Gesellschaften, welche früher die einheitliche Taxe von 1 Schilling (1. 25 Frcs.) eingeführt hatten, jetzt dahin verständigt, diese Taxe auf einen Schilling, anderthalb und zwei Schillinge, oder 1. 25 Frcs., 1. 87 Frcs. und 2. 20 Frcs., je nach der Distanz, festzusetzen, so daß nun das dortige Publicum unter einem der höchsten internen Tarife, die noch in den ausgedehntesten Staaten Europa's existiren, steht. Die einheitliche Taxe von einem Schilling war den Gesellschaften eben nicht ergiebig genug.

Wie wir vernehmen, hat die Handelskammer von Edinburg in ihrer Sitzung vom 12. Januar 1866 einstimmig beschlossen, an das Haus der Gemeinen eine Petition zu richten, dahin gehend: es möchte eine Untersuchung durch eine königliche Kommission behufs Erzielung besserer Telegraphentarife angeordnet werden.

Ein von der Kammer mit lebhaftem Beifall begrüßter Redner fuhr, nach Schilderung der so eben in Belgien durchgeführten Reform, also fort: „Ich muß gestehen, je mehr ich diesen Gegenstand prüfe, desto mehr überzeuge ich mich davon, daß unsere einzige Hoffnung auf umfassendes und wohlfeiles System der Telegraphie auf der Uebernahme dieses Dienstzweiges durch die Regierung beruht. Die nämlichen Grundsätze, welche deren Dazwischenkunft im Postdienste rechtfertigen, gelten auch für das System des telegraphischen Verkehrs. Wir erhielten im einen wie im andern Falle die nämlichen Garantien einer guten Verwaltung."

Wir glauben, daß diese Umstände geeignet sind, die eidgenössischen Behörden zum Verharren auf derjenigen Bahn zu ermuthigen, welche sie bis jetzt in Sachen der Telegraphen eingehalten haben.

2. Linien.

Im Jahre 1865 wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

a. Neu erstellte Linien:

	Länge in Stunden
Linie mit 1 Drath von Buttes nach Côte-aux-Fées	1
„ „ 1 „ „ Villmergen nach Reinach-Menziken . . .	5
„ „ 2 Dräthen von Sarmenstorf nach Fahrwangen . . .	4/8
„ „ 2 „ „ Reinach (Baselland) nach Arlesheim . .	5/8
„ „ 1 Drath von Sibourg nach Tramelan	6 2/8
„ „ 1 „ „ Olten nach Frohburg	1
„ „ 1 „ „ Uttigen nach Gurnigel	3 3/8
„ „ 1 „ „ Lichtensteig nach Bütschwyl	1
„ „ 1 „ „ der Station Bruggen nach der Rittmeyer'schen Fabrik	1/8
„ „ 1 „ „ Ermatingen nach Mühlberg	1 4/8
„ „ 1 „ „ Puschlav nach Campo-Cologno	2 7/8
Summa . .	23 2/8 Stunden.

b. Neue Dräthe an schon bestehenden Linien:

1 Drath von Sitten nach Siders (längs der Eisenbahn) . . .	3
1 „ „ Siders nach Brieg (längs der Landstraße) . . .	8
1 „ „ Chaux-de-Fonds nach Sibourg (längs der Landstraße)	1 3/8
1 „ „ Fleurier nach Buttes (längs der Landstraße) . . .	6/8
1 „ „ Bern nach Thun (längs der Eisenbahn) . . .	6 1/8
1 „ „ Thun nach Uttigen (desgl.)	1 1/8
1 „ „ Olten nach Aarau (desgl.)	2 7/8
1 „ „ Lenzburg nach Wildegg (längs der Landstraße) . .	1
1 „ „ Wildegg nach Zürich (längs der Eisenbahn) . . .	8 7/8
1 „ „ Zürich nach Schaffhausen (desgl.)	12 1/8
1 „ „ Zürich nach St. Gallen (desgl.)	18 1/8
1 „ „ Bruggen nach St. Gallen (desgl.)	7/8
1 „ „ Chur nach Samaden (längs der Landstraße) . . .	15 6/8
Summa . .	80 Stunden.

c. Neu umgebaute Linien:

1. Verlegung solcher von Landstraßen auf Eisenbahnen.

Linie von Bex nach St. Maurice,	mit imprägnirten Stangen	5/8
„ „ Sitten nach Siders	„ „ „	3
„ „ Neuenburg nach Chaux-de-Fonds	„ eisernen „	6

2. Neu umgebaute Linien längs ihrem alten Tracé auf Eisenbahnen.

Linie von Locle nach Chaux-de-Fonds,	mit eisernen Stangen . .	1 6/8
„ „ Chavornay nach Neuenburg	„ „ „ . .	10

3. Neu umgebaute Linien längs ihrem alten Tracé auf Landstraßen.

Linie von Haut Geneveys nach Fontaines	mit imprägnirten Stangen	4/8
„ „ Yverdon nach Locle	„ „ „	13
	Latus	34 7/8 Stunden.

		Transport	$34\frac{7}{8}$ Stunden
Linie von Siders nach Simplon mit gewöhnlichen Stangen		. .	15
„ „ Susten nach Leukerbad „	„	„ . .	$3\frac{4}{8}$
„ „ Brunnen nach Sißigen „	„	„ . .	$1\frac{4}{8}$
„ „ Riedern nach Heggidorn (Bern-Murten) mit gewöhnlichen Stangen		. . . .	$1\frac{3}{8}$
„ „ Sonceboz nach Cortébert,	mit imprägnirten Stangen		$1\frac{3}{8}$
„ „ Brugg nach Frik	„	„ „	$3\frac{2}{8}$
„ vom Büreau Zürich nach dem Bahnhof, Taue mit 21 Leitungsdräthen		. . . .	$\frac{2}{8}$
„ von Thusis nach Andeer,	mit Lerchenstangen	. .	$1\frac{7}{8}$
„ „ La Rosa nach Arles (Samaden). „	„	. .	2
„ „ Mühlen nach Sils (Julier)	„ Kastanienstangen	.	$4\frac{3}{8}$
		Summa . .	$69\frac{1}{8}$ Stunden.

d. Abgebrochene Linien:

Linie von Villmergen nach Lenzburg . . . . $2\frac{2}{8}$

Die Linien des schweizerischen Telegraphennetzes hatten am 31. Decbr. 1865 folgende Längen:

	Linien mit 1 Drath.	Linien mit 2 Dräthen.	Linien mit 3 Dräthen.	Linien mit 4 und mehr Dräthen.	Total.
	Stunden.	Stunden.	Stunden.	Stunden.	Stunden.
I. Kreis (Lausanne) .	87	$71\frac{3}{8}$	$8\frac{7}{8}$	$12\frac{5}{8}$	$179\frac{6}{8}$
II. „ (Bern) . .	$118\frac{3}{8}$	$59\frac{7}{8}$	$23\frac{4}{8}$	$16\frac{1}{8}$	$218\frac{1}{8}$
III. „ (St. Gallen)	$83\frac{1}{8}$	$58\frac{4}{8}$	$22\frac{1}{8}$	$16\frac{6}{8}$	$180\frac{4}{8}$
IV. „ (Bellenz) .	$82\frac{3}{8}$	$49\frac{3}{8}$	5	—	$136\frac{6}{8}$
Bestand am 31. December 1865	$371\frac{1}{8}$	239	$59\frac{4}{8}$	$45\frac{4}{8}$	$715\frac{1}{8}$
Bestand am 31. December 1864	$385\frac{4}{8}$	$219\frac{5}{8}$	$48\frac{1}{8}$	$38\frac{7}{8}$	$692\frac{1}{8}$
Vermehrung . . .	—	$19\frac{3}{8}$	$11\frac{3}{8}$	$6\frac{5}{8}$	23
Verminderung . . .	$14\frac{3}{8}$				

Wenn man bloß die obigen Angaben berücksichtigt, so sollte die Vermehrung der Länge der Linien nur 21 Stunden betragen, nämlich: $23\frac{3}{8}$ Stunden neu gebaute Linien, weniger $2\frac{2}{8}$ Stunden abgebrochene Linien (siehe oben litt. a und d). Dagegen weist die Tabelle eine Gesammtvermehrung von 23 Stunden nach. Diese Differenz rührt von der Abänderung einzelner Tracés (Simplonlinie und Linie Neuenburg-Chaurdefonds) bei Anlaß des Umbaues her.

Die Gesammtlänge der Linien unsers Netzes beträgt somit 715 Stunden oder 3432 Kilometer.

Die Länge der auf obigen Linien in Betrieb stehenden Dräthe beträgt 1248 Stunden oder 5990 Kilometer.

Die Ausdehnung der für den Dienst der Eisenbahn-Verwaltungen bestimmten Dräthe betrug am 31. December 1865 $273\frac{2}{8}$ Stunden, also $5\frac{4}{8}$ Stunden mehr als im Vorjahr, welche Vermehrung von der Eröffnung der Linie Zürich-Oerlikon-Bülach-Dielstorf herrührt.

Die Gesammtausdehnung der auf dem Gebiete der Eidgenossenschaft im Betriebe stehenden Telegraphenlinien betrug somit auf 31. Decbr. 1865 1521 Stunden oder 7300 Kilometer.

Von den 715 Stunden Linien unsers Netzes sind 462 längs den Landstraßen und 253 Stunden an den Eisenbahnen erstellt.

Von den längs den Eisenbahnen erstellten 253 Stunden Linien sind 119 Stunden mit hölzernen und 134 Stunden mit eisernen Stangen gebaut.

Endlich sind gegenwärtig 141 Stunden Linien theils längs den Eisenbahnen, theils längs den Landstraßen mit hölzernen, nach dem Verfahren des Herrn Dr. Boucherie präparirten Stangen gebaut.

Unter den Neubauten (siehe oben Litt. a und b) heben wir namentlich folgende hervor, welche für die Entwicklung unsers Netzes von allgemeiner Wichtigkeit sind:

Ein zweiter Drath von Sitten nach Brieg wurde an diesem letzteren Punkte direct mit dem über den Simplon und Pallanza nach Mailand gezogenen Drathe verbunden. So von den walliser Büreaus befreit, ist diese an sich schon lange internationale Linie erheblich verbessert worden, während der Specialdrath, welcher gegenwärtig die genannten Büreaus unter sich verbindet, diesen letzteren einen schnellen Dienst sichert und zugleich die Einschaltung anderer Büreaus, z. B. Siders und Visp, gestattet.

Bei Anlaß der Eröffnung eines Büreaus auf dem Gurnigel wurde ein zweiter Drath von Bern nach Thun gezogen, um den Verkehr dieser letzteren Stadt zu erleichtern und gleichzeitig die Linie Bern-Interlaken-Brünig-Luzern zu entlasten.

Verschiedene Tracé-Aenderungen und Neubauten führten uns in den Besitz zweier Linien von Olten nach Zürich, statt einer einzigen. Diese beiden Linien gehen durch Aarau und verbinden alle aargauischen Büreaus unter sich und mit der Hauptstadt des Kantons, Rheinfelden ausgenommen, welches zu sehr bei Seite liegt, um in diesen Kreis aufgenommen zu werden. Diese Combination hatte überdies den Vortheil, die Linien Zürich-Basel und Winterthur-Olten, welche mehr für den allgemeinen Verkehr bestimmt sind, von sechs Zwischenbüreaus zu befreien.

Zwei directe Dräthe, der eine zwischen Zürich und Schaffhausen, der andere zwischen Zürich und St. Gallen, verschaffen dem bedeutend vermehrten Telegraphen-Verkehr der Ostschweiz entsprechende Auswege.

Endlich wurden durch einen zweiten Drath zwischen Chur und Samaden die Verbindungen mit dem Engadin und durch dasselbe mit Italien vervollständigt. Dieser Theil von Graubünden ist nun mit Italien nicht nur über Castasegna-Cleven, sondern seit Ende 1865 auch über Puschlav-Tirano verbunden.

Die übrigen Neubauten wurden durch die Nothwendigkeit veranlaßt, die neuerrichteten, mehr oder weniger vom Netze entfernten Büreaus mit demselben zu verbinden.

3. Apparate.

Mit dem 1. Januar 1865 ging die eidgenössische Telegraphen-Werkstätte von der eidgenössischen Verwaltung in die Hände von Privaten über und ist somit eine reine Privatanstalt geworden. Wir erwähnen dieses Umstandes nur mit Rücksicht auf die Beziehungen zwischen der Telegraphen-Verwaltung und diesem Institute, welche im Wesentlichen die gleichen geblieben sind wie früher. Wenn auch eine Handänderung erfolgte, so fand doch in der technischen Leitung der Werkstätte keine Veränderung statt, über deren Leistungen wir in den letzten Geschäftsberichten unsere Befriedigung auszusprechen Gelegenheit fanden.

Dabei erklärten die neuen Besitzer, den für die Telegraphen-Verwaltung vortheilhaften Preiscourant gegenüber der letzteren beibehalten zu wollen, welcher ein Jahr früher zwischen dem Post- und dem Finanzdepartement vereinbart worden war. Ueberhaupt hatte die Telegraphen-Verwaltung ein offenbares, von jeder andern Rücksicht unabhängiges Interesse, die bisherigen Beziehungen zu einer nahe gelegenen Werkstätte fernerhin fortzusetzen, in welcher sie die Anfertigung und die Reparatur ihrer Apparate überwachen und die von der Erfahrung und den Bedürfnissen des Dienstes geforderten Abänderungen und Verbesserungen unter ihren Augen ausführen lassen konnte.

Wir haben daher einen mit den Käufern dieses Etablissements abgeschlossenen Vertrag genehmigt, welcher dieselben verpflichtet, den erwähnten Preiscourant während der Dauer von 5 Jahren beizubehalten, und der überdies alle wünschbaren Garantien enthält. Die eidgenössische Verwaltung

verpflichtet sich dagegen ihrerseits für fünf Jahre, durch die Werkstätte Lieferungen von Apparaten nebst Zugehör für eine Summe von wenigstens 20000 Frcs. ausführen zu lassen; sollten die Lieferungen nicht gut sein, so kann die eidgenössische Verwaltung jederzeit vom Vertrag zurücktreten. — Die fragliche Summe von 20000 Frcs. bildet nur die Hälfte des für die Rubrik „Apparate" durch das Budget von 1865 bewilligten Kredites und nimmt gegenwärtig nur zwei Fünftheile des nämlichen Kredites für 1866 in Anspruch; dieselbe umfaßt übrigens auch solche Lieferungen, welche unter der Rubrik „Bau und Unterhalt der Linien" erscheinen. Die Telegraphen-Verwaltung behält somit Spielraum genug, sich ihre Apparate und ihr Material auch aus andern Quellen als aus der Werkstätte in Bern zu beziehen und nöthigenfalls eine Concurrenz hervorzurufen, welche ganz geeignet ist, der eingegangenen Uebereinkunft den Charakter eines Monopols zu benehmen.

Was das Jahr 1865 speciell anbelangt, so wurden unsere Bestellungen an Apparaten, sowie die Reparaturen, von der erwähnten Werkstätte zur Zufriedenheit unserer Verwaltung ausgeführt, welche außerdem fortfuhr, die Werkzeuge und Materialien verschiedener Art für die Batterien und andere zugehörige Apparate aus den besten Quellen zu beziehen.

Der Apparat Morse wurde von der Telegraphenverwaltung in seinen verschiedenen Formen fortwährend einzig verwendet, ohne daß wir deßhalb die neuen Apparate, welche sich in den letzten Jahren einen gewissen Ruf zu verschaffen wußten, aus den Augen verloren hätten. Der eine dieser Apparate, derjenige des amerikanischen Professors Hughes, ist ein Druckapparat, d. h. ein solcher, welcher die Depesche im Ankunftsbüreau auf einem Papierstreifen in Drucklettern und Zahlen statt in den konventionellen Zeichen des Apparates Morse wieder giebt; es ist dieses sicherlich der vollkommenste und praktischste der vielen Druckapparate, welche bis jetzt erfunden und verwendet worden sind. Das Werk ist sehr sinnreich construirt und der regelmäßige Gang seines complicirten Mechanismus ist merkwürdig; allein dieser Apparat ist unbestreitbar vielen Störungen unterworfen und kann nur durch einen in dem Fache sehr bewanderten Mechaniker wieder in Stand gestellt und regulirt werden; seine Handhabung erfordert eine längere Lehrzeit, und es kann keine Rede davon sein, denselben (wie den so bewunderungswürdig einfachen Apparat Morse) den Händen des ersten Besten zu überlassen, namentlich in einem von speciell technischen Hilfsmitteln entblößten Büreau. Derselbe functionirt nur direct zwischen zwei Endbüreaus, weil die Erneuerung der Zeichen durch Translation nicht ausführbar ist. Dagegen ist die Beförderung mittelst des Apparates Hughes rasch und kann sich auf 50 Depeschen von 20 Worten per Stunde erstrecken, während der Apparat Morse kaum ungefähr 20 zu spediren vermag. Aber dieses Resultat ist nur mittelst eines verhältnißmäßig zahlreichen Personals erhältlich, und bietet nur dem Verkehr zwischen bedeutenderen Punkten Nutzen, welche eine hinlängliche Zahl von Depeschen austauschen, um von dieser großen Schnelligkeit der Uebermittlung einen wirklichen Vortheil zu ziehen. In Frankreich, wo dieser Apparat seit mehreren Jahren eingeführt ist, wird derselbe nur ausnahmsweise zwischen Paris und einigen großen Städten, wie Lyon, Marseille, Bordeaux, Berlin 2c., und zwar in Verbindung mit dem Apparat Morse benutzt, welch' letzterer fortwährend einzig allgemeine Verwendung findet. Aehnliche Verhältnisse finden sich nun aber in der Schweiz nirgends, und es wäre daher die Verwendung des Apparates Hughes zwischen zwei Punkten unseres Netzes für den Moment eher ein Hinderniß als eine Vervollkommnung für den allgemeinen Verkehr.

Ein zweiter Apparat, der autographische Apparat von Abbé Caselli, verdient um so mehr einer besondern Erwähnung, als er in den öffentlichen Blättern viel besprochen und so dargestellt wurde, als biete er gegenüber den frühern Telegraphenapparaten sehr große Vortheile und werde daher dieselben in Kurzem verdrängen. Dieses Urtheil ist indessen noch ziemlich verfrüht, indem die Praxis die auf diesen Apparat gegründeten Hoffnungen noch keineswegs rechtfertigt. Auch hier trifft man eine der geistreichsten Erfindungen, merkwürdige Combinationen und gewiß sehr interessante, obwohl noch ziemlich unvollkommene Resultate; diese Resultate sind aber nur mittelst sehr complicirter, schwer zu handhabender, langsam functionirender und sehr kostspieliger Apparate erhältlich. Unsers Wissens ist der von der französischen Telegraphen-Verwaltung gemachte Versuch zwischen Paris und



Lyon eher negativer Natur; und dieses ist auch begreiflich. Die Möglichkeit, die Handschrift seines Correspondenten zu sehen, hat nur in sehr ausnahmsweisen Fällen practischen Werth; in der Regel ist dieses eine Sache bloßer Liebhaberei, zumal bei der Art, wie die Schrift reproducirt wird, nicht ernstlich davon die Rede sein kann, die Aechtheit einer Unterschrift zu constatiren. Es ist dies aber eine kostspielige Liebhaberei, welche zudem den Uebelstand für den Aufgeber darbietet, mit besonderer Tinte auf Metallpapier schreiben zu müssen, was Sorgfalt und Zeit erfordert und nicht überall geschehen kann. Wenn man daher auch zugiebt, daß der Apparat Caselli's ausnahmsweise gute Dienste zwischen zwei wichtigen Punkten wie Paris und Lyon leisten könne, so steht doch fest, daß dieser Apparat noch weit weniger als derjenige von Hughes die unumgänglich nothwendigen practischen Eigenschaften besitzt, um einen etwas allgemeinern Gebrauch zu gestatten.

Wir treten hier nicht näher auf den Typotelegraphen des Herrn Bonelli ein. Ursprünglich wenig praktisch, hat derselbe kürzlich Modificationen erlitten, welche ihn in einer neuen Gestaltung erscheinen lassen; um aber darüber ein definitives Urtheil abgeben zu können, ist Erfahrung nöthig, welche noch mangelt.

Am 31. December 1865 befanden sich 388 Apparate, d. h. 42 mehr als im Jahre 1864, auf unserm Netze in Thätigkeit. Außer den zur Eröffnung neuer Büreaus benöthigten Apparate wurden ferner solche in Folge Vermehrung der Linien und Dräthe in folgenden Büreaus aufgestellt, nämlich:

3 in Zürich, 3 in Bern, 2 in St. Gallen, 2 in Olten, 2 in Schaffhausen, 1 in Chaux-defonds, 1 in Sitten, 1 in Chur, 1 in Romanshorn, 1 in Winterthur, 1 in Fleurier, 1 in Thun, 1 in Ermatingen und 1 in Lichtensteig; im Ganzen 21.

Außer den Büreaus Neunkirch und Thayngen, welche seit mehreren Jahren durch die Linien und Apparate der badischen Verwaltung bedient werden, sind unter ähnlichen Verhältnissen auf Eisenbahnen (Berner-Staatsbahn, schweizerische Centralbahn und Jura industriel) sechs neue Büreaus eröffnet worden. Zieht man diese 8 Büreaus, welche nicht von uns angehörenden Apparaten bedient werden, von den am 31. December 1865 eröffneten 252 Büreaus ab, so bleiben noch 244, auf welche sich die obigen 388 Apparaten vertheilen wie folgt:

Anzahl der Büreaus.	Anzahl der Apparate per Büreau.	Gesammtzahl der Apparate.
207	1	207
17	2	34
3	3	9
3	4	12 (Bivis, Sitten, Schaffhausen).
2	5	10 (Romanshorn, Winterthur).
3	6	18 (Chaux-de-Fonds, Neuenburg, Bellenz).
3	8	24 (Genf, Olten, Chur).
4	10	40 (Lausanne, Basel, Luzern, St. Gallen).
1	16	16 (Bern, wovon einer im Bahnhof und einer im Bundesrathhaus).
1	18	18 (Zürich)·

Auf den nämlichen Zeitpunkt befanden sich 22 vollständige Apparate mit Zugehör in Reserve im Centralmagazin.

Die Telegraphenverwaltung besaß daher am Schluß des Jahres 1865 410 vollständige Apparate, d. h. 43 mehr als im vorhergehenden Jahre.

4. Büreaus.

Im Laufe des letzten Jahres wurden 29 neue Büreaus (fünf mehr als im Jahre 1864) eröffnet, nämlich: Arlesheim, Bois (les), Bütschwyl, Concise, Cote-aux-Fées, Corcelles, Erlen, Fahr-



wangen, Ferrière (la), Frohburg, Gurnigel, Küßnacht, Langnau, Laufen, Lavin, Lyß, Mülberg, Müllheim, Münsingen, Schüpfen, Seengen, Sierre, Silvaplana, Tägerweilen, Tiefenkasten, Tramelan, Versoix, Wildegg, Zäziwyl.

Von diesen 29 Büreaus sind 9 Eisenbahntelegraphenbüreaus, nämlich: Corcelles, Erlen, Langnau, Lyß, Müllheim, Münsingen, Schüpfen, Wildegg und Zäziwyl.

Ueberdies wurden in den Bahnhöfen zu Neuchâtel und Zug Aufgabebüreaus errichtet. (Letzteres, bereits 1864 eröffnet, wurde im vorigen Berichte übergangen.)

Die Zahl der am 31. December 1865 im Betriebe befindlichen Büreaus belief sich auf 252, wovon 7 (Frohburg, Gurnigel, Leukerbad, Rigi-Kaltbad, Rigi-Scheidek, St. Moritz und Weißenstein) nur während des Sommers geöffnet sind.

Zu dieser Zahl kommen noch die Aufgabebüreaus, deren Anzahl sich auf 28 beläuft, so daß die Gesammtzahl der Büreaus, bei denen in der Schweiz Telegramme aufgegeben werden können, im erwähnten Zeitpunkt 280 betrug.

Wie in frühern Jahren theilen wir nachstehend eine statistische Tabelle der **Telegraphenbüreaus** im Verhältniß zu den **Kantonen** und deren **Bevölkerung**, sowie der **spedirten Depeschen** mit. Bezüglich der letzteren findet sich Näheres unter dem Abschnitt „**telegraphischer Verkehr.**“

Cantone.	Zahl d. Büreaus	Bevölkerung nach der Zählung von 1860	Seelenzahl auf je ein Büreau.	Telegraphische Depeschen. Gesammtzahl.	Durchschnittszahl für ein Büreau.	Auf 1000 Seelen der Bevölkerung.
Zürich	27	266265	9862	117837	4364	443
Bern	31	467141	15069	52996	1710	113
Luzern	6	130504	21751	13694	2282	105
Uri	2	14741	7371	2600	1300	173
Schwyz	6	45039	7506	5208	868	116
Obwalden . . .	1	13376	13376	446	446	34
Nidwalden . . .	1	11526	11526	518	518	43
Glarus	6	33363	5560	11742	1957	356
Zug	3	19608	6536	3562	1187	178
Freiburg	6	105523	17587	9643	1607	91
Solothurn . . .	6	69263	11544	6954	1159	101
Basel-Stadt . .	1	40683	40683	66110	66110	1612
Basel-Landschaft .	6	51582	8597	2040	340	39
Schaffhausen . .	4	35500	8875	9198	2299	259
Appenzell A. Rh. .	6	48431	8072	3930	655	82
Appenzell J. Rh. .	1	12000	12000	366	366	30
St. Gallen . . .	18	180411	10023	38154	2120	212
Graubünden . .	27	90713	3360	21734	805	239
Aargau	16	194208	12138	20316	1270	105
Thurgau	16	90080	5630	11534	721	128
Tessin	9	116343	12927	13376	1486	115
Waadt	26	213157	8198	50821	1955	239
Wallis	9	90792	10088	7357	818	81
Neuenburg . . .	16	87369	5461	26616	1663	306
Genf	2	82876	41438	63747	31871	768
Summa 1865	252	2,510494	9962	560495	2224	223
„ 1864	223	—	11258	479606	2151	191
„ 1863	199	—	12616	414990	2085	165

5. Personelles.

Infolge Zunahme des telegraphischen Verkehrs wurden 10 neue Telegraphistenstellen in unsern Hauptbüreaus errichtet, nämlich je zwei in Basel, Bern und Zürich, und je eine in Genf, Lausanne, St. Gallen, und Winterthur.

Zwei Telegraphisten verlangten ihre Entlassung, zwei wurden ihrer Stellen enthoben und zwei endlich sind gestorben, wodurch in der Rangordnung der Telegraphisten der Specialbüreaus einige Veränderungen eintraten.

Folgende summarische Uebersicht enthält den Bestand der Beamten der Telegraphenverwaltung am 31. December 1865, verglichen mit demjenigen von 1864:

	Zahl der Beamten. am 31. Decbr. 1864.	Vermehrung.	Verminderung.	am 31. Decbr. 1865.
1) Direction	10	—	—	10
2) Inspectoren	4	—	—	4
3) Kassiere (zugleich Kreispostkassiere)	4	—	—	4
4) Büreauchefs	15	—	—	15
5) Telegraphisten	91	10	—	101
6) Post- und Zollbeamte und Angestellte von Privat-Etablissements mit Telegraphendienst	197	16	—	213
7) Ausläufer und Laufburschen	25	1	—	26
	346	27	—	373

Diejenigen Beamten, welche die Aufgabebüreaus und die Eisenbahntelegraphenbüreaus unter Verantwortlichkeit der betreffenden Bahnverwaltungen besorgen, stehen nicht direct unter der Telegraphen-Verwaltung und sind daher in obigem Bestande nicht inbegriffen.

Die Vertragung der Depeschen in die Wohnung der Adressaten wird überdies in allen kleinern Büreaus durch die Beamten besorgt, wofür denselben eine besondere Vergütung verabfolgt wird.

Endlich erheischt der Bau und Unterhalt der Linien ebenfalls ein zahlreiches Personal, welches jedoch nicht positiv und dauernd angestellt und daher in der Zahl der eigentlichen Beamten nicht inbegriffen ist.

Von 52 Aspiranten, welche zu dem im Monat Mai 1865 in Bern abgehaltenen Schlußkurs und Examen zugelassen wurden, erhielten 42 Aspiranten Telegraphisten-Patente, wovon 3 erster Klasse 17 zweiter Klasse und 22 dritter Klasse. Ungeachtet dieses Zuwachses von Telegraphisten, wovon übrigens eine ziemliche Anzahl im Post- und Eisenbahndienste Anstellung findet, mußte man, um den immer wachsenden Bedürfnissen des Dienstes Genüge zu leisten, sowie um allen Eventualitäten begegnen zu können, eine Reihe neuer Aspirantenstellen ausschreiben.

Im Jahre 1865 sind der Verwaltung zwei Beschwerden betreffend Verletzung des Depeschengeheimnisses zugekommen; die eingeleiteten Untersuchungen bewiesen jedoch, daß dieselben nicht begründet waren.

Zwei Telegraphisten mußten wegen Dienstvernachläßigung und ungehöriger Aufführung entlassen werden.

Im Uebrigen waren Betragen und Disciplin im Allgemeinen befriedigend.

Es wurden im Jahr 1865 193 administrative und disciplinarische Bußen im Gesammtbetrage von 439. 75 Frcs. ausgesprochen, wovon

47 Fälle mit	132. — Frcs.	im 1sten Kreise,	
58 " "	153. 75 "	" 2ten "	
66 " "	102. 50 "	" 3ten "	
22 " "	51. 50 "	" 4ten "	
Im Ganzen 193 " "	439. 75 "	in allen 4 Kreisen.	

6. Beziehungen und Verkehr mit dem Auslande.

Die Beziehungen zum Auslande rücksichtlich der Telegraphen haben im letzten Jahr zu zahlreichen Unterhandlungen Veranlassung gegeben.

Mit unserer Botschaft vom 10. Juli 1865 haben wir der hohen Bundesversammlung über den am 16. Mai 1865 in Paris von den Bevollmächtigten von zwanzig europäischen Staaten unterzeichneten internationalen Telegraphenvertrag, sowie über die einerseits mit Oesterreich und andererseits mit Italien Behufs Erleichterung des Verkehrs mit diesen zwei Nachbarstaaten abgeschlossenen Specialverträge Bericht erstattet. Das Nähere hierüber ist dieser Botschaft zu entnehmen, deren Schlußanträge durch Bundesbeschluß vom 20. Juli 1865 genehmigt wurden.

Noch bleibt uns übrig, der hohen Bundesversammlung über den Gebrauch Bericht zu erstatten, den wir bis Ende 1865 von den Vollmachten gemacht haben, welche wir durch den erwähnten Beschluß erhielten, nämlich, „den später abzuschließenden Ergänzungs-Verträgen und Verkommnissen mit andern Staaten Europa's die eidgenössische Ratification zu ertheilen, insofern dieselben in dem Sinne und in den Schranken der in den erwähnten Verträgen enthaltenen Bestimmungen abgefaßt sind."

Der unter diesen Bedingungen abgeschlossenen und ratificirten Verkommnisse sind zwei, das eine mit dem Kirchenstaate, das andere mit Frankreich. Dieselben haben die in unserer erwähnten Botschaft vom 10. Juli 1865 geäußerten Vermuthungen bestätigt.

Die Taxe der zwischen den schweizerischen und päpstlichen Büreaus gewechselten Depeschen von 20 Worten, welche noch je nach der Entfernung 10. 50 Frcs. bis 12 Frcs. betrug, wurde einheitlich auf 4 Frcs. ermäßigt, wovon 1 Frc. der Schweiz, 2 Frcs. Italien und 1 Frc. dem Kirchenstaat zukommen. Diese Aenderung trat den 1. November 1865 in Kraft.

Mit Frankreich wurde am 23. December 1865 eine Declaration unterzeichnet, welche mit dem 1. Januar 1866 in Kraft trat und wodurch die Declaration vom 1. December 1863 ersetzt wurde; über letztere referirten wir unterm 7. gleichen Monats an die hohe Bundesversammlung. In diesem Berichte berührten wir die Hartnäckigkeit, mit der die französische Verwaltung auf Beseitigung jeder Taxermäßigung zu Gunsten der beiderseitigen Grenzbüreaus drang. Wir bemerkten damals, daß wir von der französischen Regierung die Beibehaltung des status quo bis zur Kündigung des Vertrages von Bern auswirken konnten, und drückten die Hoffnung aus, daß man bei Anlaß der allgemeinen Unterhandlungen auf irgend eine Einrichtung nach Art der bisherigen Grenzbüreaus zurückkommen werde, welche ohne Gefährdung des Grundsatzes der einheitlichen Taxe doch geeignet wäre, einem wirklichen und ganz gerechtfertigten Bedürfnisse der Grenzbevölkerung Rechnung zu tragen. In der That wurde dies denn auch bis auf einen gewissen Grad erzielt. Die erwähnte Erklärung vom 23. Decbr. 1865 machte, wenn sie auch im Allgemeinen die einheitliche Taxe von 3 Frcs. für die zwischen den beiden Ländern gewechselten Depeschen beibehielt, doch eine Ausnahme, indem sie die zwischen den Grenzkantonen und Grenzdepartements gewechselten Depeschen auf 2 Frcs. ermäßigte, wobei die Kantone Freiburg und Aargau auf der einen Seite, und das Departement Hochsavoyen auf der anderen Seite als Grenzkantone und Grenzdepartements angesehen und behandelt werden sollen. Hierdurch wurde zwar die Taxe zwischen Grenzbüreaus, welche früher nur 1. 50 Frc. betrug, auf 2 Frcs. erhöht; allein sie wurde gleichzeitig auf eine wenigstens doppelt so große Anzahl Grenzbüreaus auf beiden Seiten ausgedehnt, so daß hierbei doch immerhin ein Fortschritt erzielt wurde. Wenn wir auch allerdings ein Mehreres gewünscht hätten, so muß man sich doch für einmal hiermit begnügen, hoffentlich aber nicht für lange. Ohne Zweifel wird es auch hier, wie dies bereits mit den meisten der übrigen Grenzstaaten der Fall war, zu einer weiteren Ausdehnung der ermäßigten Taxen zu Gunsten von solchen Gebietstheilen kommen, deren freundnachbarlichen Verkehr zu begünstigen, im wohlverstandenen Interesse beider Regierungen liegt.

Da die meisten der erwähnten Verträge erst mit Neujahr 1866 in Kraft getreten sind, so werden wir den Erfolg derselben im nächsten Geschäftsberichte zu melden haben.

Die Zahl der fremden Telegraphenbüreaus, mit welchen unser Netz in directer Verbindung steht, ist von 6599 Ende 1864 auf 7641 Ende 1865, d. h. um 1042 Büreaus gestiegen.

(Fortsetzung folgt.)



In unserm Verlage ist unter andern erschienen:

Brix, A. F. W., Königl. Geh. Regierungs-Rath, Lehrbuch der Statik fester Körper, in elementarer Darstellung mit besonderer Rücksicht auf technische Anwendung. 2te, gänzlich umgearbeitete Auflage. Erste Abtheilung: Die Lehren der reinen Statik enthaltend, mit 12 Figurentafeln und einem Anhange, eine Zusammenstellung der wichtigsten Theorien aus der niedern Analysis, Curvenlehre und Stereometrie. gr. 8. geh. $3\frac{1}{2}$ Thlr.

Brix, Dr. P. W., Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigeren Brennstoffe des Preußischen Staates. Im Auftrage des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen und mit Unterstützung des Königlichen Ministeriums für Handel und Gewerbe ausgeführt und herausgegeben. gr. 4. $7\frac{1}{2}$ Thlr.

Grapow, H., Königl. Baumeister, Zusammenstellung der Bestimmungen für das Bauwesen im preußischen Staate aus den Jahren 1845 bis 1852. (Ausschließlich des Wege- und Eisenbahnbaues.) gr. 8. geh. 15 Sgr.

———, Anleitung zur Aufsicht bei Bauten. Mit 14 Figurentafeln und vielen Tabellen. gr. 8. brosch. $1\frac{5}{6}$ Thlr.

Henz, L., Königl. Geheimer Regierungs-Rath, Hülfstafeln bei Berechnung des Inhalts von Erdarbeiten beim Bau der Eisenbahnen, Chausseen und Kanäle. gr. 8. geh. $2\frac{2}{3}$ Thlr.

———, Praktische Anleitung zum Erdbau. gr. 8. Mit einem Atlas in 4. $4\frac{2}{3}$ Thlr.

———, Normalbrücken und Durchlässe nebst den zur Veranschlagung derselben erforderlichen Raum-Ermittelungen. Mit 22 Kupfertafeln. gr. 8. geh. $1\frac{2}{3}$ Thlr.

Ingenieur's Taschenbuch. Herausgegeben von dem Verein „die Hütte". 6te Aufl. 8. 1 Thlr. 15 Sgr.

Malberg, A., Königl. Regierungs- und Baurath, Ueber Construction von Laschenverbindungen der Eisenbahnschienen in den Stößen und Verwendung von Stahl zu denselben, nebst einem Anhange, enthaltend: Beschreibung einer neuen Methode der Regeneration des verbrannten Stahls. Mit 2 Kupfertafeln und mehren Holzschnitten. 4. br. 20 Sgr.

———, Die Literatur des Bau- und Ingenieur-Wesens der letzten 30 Jahre, oder Verzeichniß der vornehmlichsten Werke in deutscher, französischer, englischer, italienischer, holländischer u. s. w. Sprache, welche die genannten Fächer betreffen. gr. 8. geh. 18 Sgr.

Manger, J., Königl. Bau-Inspektor, Professor und ordentl. Lehrer des Königl. Gewerbe-Instituts, Blätter für die gewerbliche Baukunde. Zum Gebrauche für Bauhandwerker, Baumeister, Fabrikanten und Landwirthe, sowie als Zeichnen-Vorlagen in Real- und Gewerbe-Schulen. Heft 1. Feuerungs-Anlagen. Mit 6 Kupfertafeln in Folio. $1\frac{2}{3}$ Thlr.

Dasselbe. Heft 2. Runkelrüben-Zuckerfabrikation. Mit 7 Kupfertafeln. $1\frac{5}{6}$ Thlr.

Dasselbe. Heft 3. Flachsgarnspinnereien. Mit 6 Kupfertafeln. $1\frac{2}{3}$ Thlr.

Dasselbe. Heft 4. Brennereien. Mit 6 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 5. Färbereien. Mit 6 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 6. Brauereien. Mit 7 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 7. Tuchfabrik-Anlagen. Mit 6 Kupfertafeln. $1\frac{2}{3}$ Thlr.

Dasselbe. Heft 8. Kattundruckereien. Mit 6 Kupfert. $1\frac{5}{6}$ Thlr.

Minding, Ferd., Prof. der Mathematik an der Universität zu Dorpat, Sammlung von Integraltafeln zum Gebrauch für den Unterricht an der Königl. Bau-Akademie und dem Königl. Gewerbe-Institut. Im Auftrage des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten bearbeitet. Lex. 8. geh. $1\frac{1}{6}$ Thlr.

Pleßner, Fr., Königl. Preuß. Eisenbahnbaumeister, Notizen zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preis-Ermittelungen und einem Anhange: Vergleichende Zusammenstellung der hauptsächlichsten Oberbausysteme bei deutschen Eisenbahnen. Mit 4 Kupfertafeln und vielen Holzschnitten. 2 Thlr.

Sammlung von Zeichnungen aus dem Gebiete der Wasserbaukunst, mit besonderer Rücksicht auf den Brückenbau. Für das Studium und den praktischen Gebrauch zusammengetragen unter Leitung des Herrn Prof. Schwarz, und zum Umdruck gezeichnet von Studirenden der Königl. Bau-Akademie in Berlin. 33 Tafeln in größtem Doppelfolio. $4\frac{2}{3}$ Thlr.

Desselben Werkes zweiter Theil 21 Tafeln in größtem Doppelfolio. $3\frac{1}{3}$ Thlr.

Weishaupt, Th., Königl. Geh. Regierungs-Rath, Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen, angestellt im Sommer 1851 auf Veranlassung des Königl. Ministeriums für Handel Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Mit Holzschnitten und lithogr. Zeichnungen. Fol. geh. 3 Thlr.

Wiebe, F. K. H., Königl. Prof. und Lehrer an der Königl. Bau-Akademie und dem Gewerbe-Institut, Die Lehre von den einfachen Maschinentheilen, bearbeitet für den Unterricht an den Königl. Preuß. techn. Lehranstalten, sowie zum Gebrauche beim Entwerfen und Construiren von Maschinen und zum Selbst-Studium. In 2 Bänden. Mit einem Atlas von 40 Taf. Folio in aquatinta und vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Erschienen ist:

(Band I. mit 24 Kupfertafeln $5\frac{2}{3}$ Thlr.)

(Band II. mit 26 Kupfertafeln $7\frac{1}{3}$ Thlr.)

Zeitschrift für Bauwesen. Herausgegeben unter Mitwirkung der Königl. techn. Bau-Deputation und des Architekten-Vereins zu Berlin. Redigirt von G. Erbkam, Königl. Bau-Rath im Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. 1866. Preis des Jahrgangs von 12 Heften mit circa 90 Kupfert. in Folio und 4to. $8\frac{2}{3}$ Thlr.

Dasselbe. Jahrgang 1851—1865 à $8\frac{2}{3}$ Thlr.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redigirt von Dr. P. Wilhelm Brix.

Jahrgang XIII.

Inhalt:

Heft 4 und 5.

Berlin, 1866.

Verlag von Ernst & Korn.

(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung.)

(Vollständige Jahrgänge dieser Zeitschrift sind nur noch vom II. Jahrgange ab, zu beziehen. Jahrgang I. ist vergriffen.)

Zur Aufnahme in diese Zeitschrift bestimmte Beiträge und Mittheilungen, sowie alle deren Redaction betreffende Briefe und Zusendungen werden unter der Adresse des Redacteurs, oder unter der Adresse: Redaction der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins, Johannisstr. 10, erbeten.



Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redacteur Dr. P. W. Brix. Verlag von Ernst & Korn.

Heft IV und V. Jahrgang XIII. 1866.

Regulirapparate für kleine und große Maschinen.

Von C. Wilhelm Siemens in London.

(Aus Armengeaud's Génie industriel, April 1866, S. 199.)

(Hierzu die Kupfertafel III.)

Die Herstellung einer gleichförmigen Rotationsbewegung ist ein wichtiges Problem der praktischen Mechanik. Das Pendel, der exacteste Apparat für chronometrische Zwecke ist nicht unter allen Umständen anwendbar, namentlich, wenn es sich nur um die Angabe sehr kurzer Zeitintervalle handelt, etwa von Theilen einer Secunde, oder wenn eine gleichförmige und constante Rotationsbewegung verlangt wird. Die Balance, wie sie für die Federuhren benutzt wird, ist bezüglich ihrer Anwendbarkeit ohnehin auf enge Grenzen beschränkt.

Das conische Pendel, das sich namentlich für die Herstellung einer gleichförmigen und constanten Rotationsbewegung eignet, ist bei seiner Anwendung für diese Zwecke ein empfindlicher Apparat; seine rotirende Bewegung kann unter Umständen auch in eine elliptische übergehen.

Was endlich die übrigen Apparate für derartige Zwecke betrifft, so beruht bei denselben die Art und Weise die Rotation zu reguliren, auf dem Widerstande der Luft; diese Apparate lassen bekanntlich sehr viel zu wünschen übrig, und namentlich dürfte, abgesehen davon, daß ihre complicirte Anordnung schon für sich die Veranlassung zu Störungen geben



kann, die fortwährend andauernde Aenderung der Dichte der Atmosphäre die Hauptursache ihrer unregelmäßigen Thätigkeit ausmachen [1]).

Die von Wilhelm Siemens getroffene Anordnung gestattet eine große Regelmäßigkeit der Rotation und empfiehlt sich ihrer Einfachheit wegen und namentlich deshalb, weil sie für die meisten Zwecke anwendbar ist.

Durch zwei in der vorliegenden Quelle angegebene Einrichtungen wird gezeigt, wie man das von Siemens erdachte Princip einmal für kleine und dann für große Maschinen in Anwendung bringen kann.

Bei dem in Fig. 1, 2 und 3, Tafel III dargestellten Apparate, welcher die Gestalt einer Uhr hat, ist der Elektromagnetismus als bewegende Kraft benutzt. Dieser Apparat ist in Fig. 1 in einem Verticalschnitt, in Fig. 2 in einer Seitenansicht, und in Fig. 3 in einem Horizontalschnitte nach der Richtung der Linie 1, 2 (Fig. 1) dargestellt.

Der Haupttheil dieses Regulators ist ein becherartiges Gefäß C, welches unten und oben offen und dessen oberer Durchmesser größer ist als der untere; an seiner inneren Wand ist dieser Becher mit vier Armen a versehen, welche radial von der Hülse b ausgehen, die, lose über die verticale Axe A gestreift, mit dieser rotiren, dabei aber eine Verschiebung längs derselben annehmen kann. Die verticale Rotationsaxe A ist an ihrem oberen Ende mit einer an ihr unwandelbar befestigten elastischen Stahllamelle oder Feder S versehen, welche an ihren abgewendeten Enden mittelst der Hängebolzen c den Becher C zu tragen hat.

In Folge dieser Anordnung wird, wenn der verticalen Axe eine rotirende Bewegung ertheilt wird, der Becher ebenfalls diese Bewegung annehmen; hierbei kann er in verticalem Sinne von oben nach unten sich innerhalb gewisser Grenzen noch frei bewegen, insoweit die elastische Kraft der Feder, welche dabei eine Biegung erfährt, dies gestattet. Bezüglich der Anordnung der verticalen Axe A mag erwähnt werden, daß ihr oberes Ende in einer centralen Dille, welche auf dem unteren Theile, dem Boden des Gefäßes V, aufsitzt, Führung hat, während das untere Ende in einem Zapfenlager ruht, das in der Regulirungsschraube D sich befindet.

Der äußere Cylinder V ist aus Glas, um die Thätigkeit des Apparates beobachten zu können; er umschließt vollständig den rotirenden Becher C und enthält eine Flüssigkeit, gleichviel ob Wasser, Oel oder Quecksilber, dessen Quantität so bemessen ist, daß der untere Rand des Bechers darin eintaucht. Der Boden dieses Umhüllungsgefäßes V ist mit radialen oder mit spiralförmigen Rippen versehen, welche den Zweck haben, die Rotation der Flüssigkeit zu verzögern. Mittelst der Regulirungsschraube D kann die Axe A so weit gehoben oder gesenkt und überhaupt so eingestellt werden, daß der untere Rand des Bechers C tief genug in die Flüssigkeit eintaucht.

An der verticalen Axe A ist die Eisenplatte B in fixer Weise so angebracht, daß sie nahe an den Polen des Elektromagnetes E rotirt; durch letzteren, in dessen Umwindungen in gleichen Intervallen ein galvanischer Strom circulirt, wird die rotirende Bewegung immer

---

1) Eine wichtige Verbesserung hat vor einigen Jahren die Anordnung des Windfanges als Regulator durch Siemens und Halske gefunden; man s. Zeitschr. d. deutsch-österr. Telegraphenvereins, Bd. IX S. 205 (Encyklopädie der Physik Bd. XX S. 955).



wieder zur Anregung gebracht und fortdauernd unterhalten, wenn beim Beginn der Thätigkeit des Regulators der Axe eine rotirende Bewegung momentan beigebracht worden. Die Intervalle, innerhalb welchen die Transmission des elektrischen Stromes stattfinden soll, werden durch den Contacthebel d geregelt, welcher seine Bewegung durch ein excentrisches Rad e erhält, das an der Drehungsaxe E angebracht ist.

Als Stromquelle wird hierbei eine Kette von Marié-Davy, aus 1 oder 2 Elementen bestehend, verwendet, welche in dem Sockel des Apparates untergebracht wird und hermetisch verschlossen bleiben muß, um das Ausfließen und namentlich das Verflüchtigen der Erregungsflüssigkeit zu verhindern. — Die drehende Bewegung der verticalen Axe A wird durch eine Schraube ohne Ende dem Räderwerke W mitgetheilt, und durch dieses werden die an dem Zifferblatte angebrachten Zeiger die gleichförmige Bewegung annehmen. Man kann von letzterer, und da der ganze Apparat von Glaswänden umschlossen ist, auch von der Thätigkeit des Regulators fortwährend sich überzeugen.

Diese Thätigkeit geht beiläufig in folgender Weise vor sich: Wird die verticale Axe A in Drehung versetzt, so wird diese Bewegung durch die Wirkung des Elektromagnets unterhalten; in Folge der Rotation des Bechers C muß daher, da nunmehr die in seinem Innern befindliche Flüssigkeit der Einwirkung der Centrifugalkraft unterworfen ist, durch letztere eine Flüssigkeitsschicht emporgehoben werden, und es kann, wenn die Rotationsgeschwindigkeit groß genug ist, die Flüssigkeit bis zum Rande des Bechers emporsteigen. Würde von diesem Augenblicke an die Beschleunigung der rotirenden Bewegung aufhören, also letztere gleichförmig werden, so würde die Flüssigkeitssäule ihre letzte Gleichgewichtslage beibehalten, bei welcher ihre Oberfläche innerhalb des Bechers die Gestalt eines Paraboloides annehmen würde, dessen Scheitel in der Axe und zwar im Niveau der äußeren Flüssigkeit, sich befindet, während das Ende den oberen Rand des Bechers berührt.

Da die beweglichen Organe nur geringe Hindernisse, nämlich die Reibung und den Widerstand des unteren Randes des Bechers in der Flüssigkeit zu überwinden haben, so braucht die der Welle zu übertragende Kraft nur gering zu sein. Die zum Herstellen der gleichförmigen Bewegung des Apparates nothwendige Kraft wird daher von der zur Anwendung kommenden bewegenden Kraft immer übertroffen werden, und die Beschleunigung wird also noch andauern, wenn die Flüssigkeit den oberen Rand erreicht hat; es wird folglich von jetzt an die Flüssigkeit an dem Rande in dünner Schicht auszugießen beginnen und gegen die inneren Wände des umschließenden Cylinders V herabfallen.

Da der untere Theil des Bechers offen ist und die Flüssigkeit an seinem oberen Rande abströmt, so wird er nach abwärts sich bewegen, und das Abfließen wird nunmehr constant, jedoch im Verhältniß zu dem Ueberschusse der wirkenden Kraft. Bei der Intensität der Centrifugalkraft, mit welcher die Flüssigkeit über den oberen Rand des Bechers geschleudert wird, ist leicht zu ermessen, daß nur eine sehr dünne Schicht der überfließenden Flüssigkeit erforderlich ist, um den Ueberschuß an bewegender Kraft zu absorbiren und die Beschleunigung der Bechers zu annulliren.

Betrachtet man die Rotationsgeschwindigkeit in dem Augenblicke, wo die Flüssigkeit den oberen Rand des Bechers berührt, ohne dabei abzufließen, so findet man, daß diese Stellen der Einwirkung zweier Kräfte ausgesetzt sind; die eine ist die Centrifugalkraft am oberen Rande,

die andere ist der Flüssigkeitsdruck, vom oberen Rande des Bechers bis zum Niveau der Flüssigkeit im äußeren Gefäße. Beide Kräfte sind mit einander im Gleichgewicht, denn eine gegebene Erhebung der Flüssigkeit entspricht einer bestimmten Geschwindigkeit, die sich mathematisch ermitteln läßt. Da beide Kräfte in derselben Weise von dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit abhängig sind, so braucht man dieses nicht in Rechnung zu ziehen; es folgt daraus, daß die Geschwindigkeit dieselbe bleiben wird, ob man eine schwere Flüssigkeit, wie Quecksilber, oder ob man eine leichte Flüssigkeit, etwa Paraffinöl anwende.

Findet jedoch ein Ausströmen der Flüssigkeit am oberen Rande des Bechers statt, so muß die Geschwindigkeit zugenommen haben, und da einerseits die geringe Zunahme der Höhe ein Abströmen zur Folge hat, andererseits diese Zunahme mit dem Quadrate der Rotationsgeschwindigkeit wächst, so wird selbst die geringste Aenderung in der Rotationsgeschwindigkeit vom Apparate angezeigt, da von diesem Augenblicke an ein Abströmen der Flüssigkeit eintritt. — Die Conservirung der constanten Geschwindigkeit wird durch den Apparat selbst bewerkstelligt, und die hierbei eintretenden Ungleichheiten in der Stärke der bewegenden Kraft werden dadurch compensirt, daß der obere Rand des Bechers, der Dicke der überströmenden Schicht entsprechend, tiefer herabsinkt. Dies ist ermöglicht durch seine Aufhängung an der Feder **S**, deren Kraft so adjustirt sein muß, daß der Druck, der an der Innenwand des Bechers ansteigenden Flüssigkeitsmenge, gerade in geeignetem Maße die Feder durchbiegt und den unteren Rand des Bechers tiefer in die äußere Flüssigkeit eintaucht.

Der auf die Becherwand ausgeübte Druck ist proportional der Menge der am oberen Rande überfließenden Flüssigkeit, und diese ist ihrerseits wieder (bei gleichbleibender Geschwindigkeit) proportional der Dicke der überfließenden Schicht, die wiederum der stattgefundenen Durchbiegung der Feder entspricht. Die Spannung der Feder muß also ein für allemal so adjustirt werden, daß sie, innerhalb gewisser Grenzen, bei den verschiedenen vorkommenden Schwankungen im Ueberschuß der bewegenden Kraft zu functioniren vermag.

Die Regulirung geschieht mittelst der Schraube **D**, durch welche man das untere Zapfenlager hebt oder senkt und dadurch die Höhe des oberen Randes des Bechers **C** über dem Niveau der Flüssigkeit im Gefäße **V** verändert.

Auf den in Rede stehenden Apparat haben Temperaturveränderungen im Allgemeinen nur geringen Einfluß, und selbst diese können durch einfache Compensationsmittel unwirksam gemacht werden. Daß eine Veränderung der Dichtigkeit der Flüssigkeit in Folge eintretender Wärmeänderungen die Rotationsgeschwindigkeit des Bechers nicht afficiren kann, geht schon aus den oben gegebenen Erörterungen hervor.

Der eben beschriebene Regulator kann seine Anwendung finden bei Uhrwerken, und namentlich wird die Benutzung desselben auf Schiffen große Vortheile darbieten, da der Apparat selbst dann noch sicher functionirt, wenn die Axe **A** selbst aus der verticalen Lage gebracht wird, nur darf hierbei die Abweichung von der Verticalen nicht zu bedeutend sein. Weitere Vortheile dürfte er bei seiner Anwendung für solche Telegraphenapparate finden, bei welchen der synchronistische Gang der Apparate an zwei oder mehreren Stationen (wie dies bei den Copir- und Typendruck-Telegraphen der Fall) eine nothwendige Bedingung ist; nicht minder dürfte dessen Anwendbarkeit auf die Apparate auf den Leuchtthürmen, sowie auf astronomische und magnetische Registrirungsapparate u. s. w. sich aus-

dehnen lassen. — Daß man hierbei als bewegende Kraft entweder den Elektromagnetismus, wie dies bei dem in Rede stehenden Regulator der Fall ist, oder je nach den gegebenen Umständen ein Uhrwerk und selbst hydraulische Mittel in Anwendung bringen kann, leuchtet ohnehin aus den gegebenen Darlegungen hervor.

In Fig. 4 und 5 ist ein Apparat dieser Art dargestellt, wie er als Regulator für Dampfmaschinen eingerichtet sein könnte. H stellt hierbei die Hauptwelle und K das Dampfregister der Maschine vor. Der Regulator besteht auch hier — wie es das Princip von Siemens erfordert — in einem um eine verticale Axe drehbaren Becher C, der jedoch größere Dimensionen wie in dem vorher beschriebenen Falle haben muß; dieser Becher ist an seinem äußeren Umfange mit 12 oder einer größeren Anzahl von Flügeln oder Schaufeln g versehen, die an dem oberen Theile desselben in gleicher Höhe angeordnet sind. Ein conischer Ring y, welcher an dem Deckel des Gefäßes V sich befindet, ist an seinem inneren Boden mit radialen Rippen versehen; diese Anordnung hat den Zweck, die bei der Rotation überströmende Flüssigkeit über dem Rande des Bechers etwas aufzustauen und ihr eine solche Richtung zu geben, daß sie vertical gegen die Schaufeln g fällt und von diesen gegen die Innenwand des Gefäßes V geworfen wird. Dieselben Flüssigkeitstheilchen müssen also hier von dem rotirenden Becher zweimal in Bewegung gesetzt werden, ihre verzögernde oder vielmehr die Beschleunigung absorbirende Wirkung steigert sich also entsprechend.

Der die Flüssigkeit enthaltende Cylinder V wird von den vier Stützen i, i, die von der Grundplatte k ausgehen, getragen, und letztere ist durch das Fußgestell F mit dem Boden fest verbunden. Der verticale Wellbaum G empfängt seine drehende Bewegung von der Hauptwelle H der Dampfmaschine mittelst der conischen Räder l und m, und trägt an seinem oberen Ende eine flache Schale, deren oberer Rand das auf der inneren Seite gezahnte Rad n bildet. Die Welle G tritt in die eben erwähnte Schale etwa bis zur Mitte hinein und dient hier dem Querstück o als Stützpunkt, das an seinen Enden in der in Fig. 4 und 5 angezeigten Weise die beiden Räder p und p', unter dem Namen Planeten- oder Hypocykloidenräder bekannt, so trägt, daß sie mit dem Rade n in Eingriff stehen.

Die Rotationsaxe A des Bechers C hat in der Mitte des Querstückes o ihr Zapfenlager und trägt an ihrem unteren Ende in fixer Weise das Getriebe g, welches mit den Planetenrädern p und p' in Eingriff steht. Die Axe eines dieser Räder ist mittelst der Bleuelstange T mit der auf der Axe des Dampfregisters befindlichen Kurbel s verbunden, wie aus der Figur 5 ersichtlich.

An dem anderen Arme des Winkelhebels, welcher die Kurbel s bildet, befindet sich ein verschiebbares Gegengewicht W; dasselbe strebt das Dampfregister offen zu halten, während die Bewegung der Maschine, indem sie durch Vermittelung des Rades n auf die Planetenräder wirkt, das Gegengewicht W zu heben und das Register zu schließen strebt.

Wenn die Maschine nicht arbeitet, so ist das Register K offen und das Gegengewicht W hängt herab; beim Anfange der Bewegung beginnt das Rad n das Gegengewicht zu heben, dieses übt gleichwohl einen gewissen Druck, entsprechend der Hälfte seines Gewichtes multiplicirt mit dem Hebelverhältniß, auf die Zähne des centralen Triebes g aus und setzt diesen nebst dem Becher C in Rotation.

Diese Kraft, mit welcher die Planetenräder auf den Centraltrieb wirken, ist immer



groß genug den Reibungswiderstand des Bechers C und den durch die gehobene und überströmende Flüssigkeit entstandene Kraftverlust zu überwinden; letzterer steigt indeß mit der Rotationsgeschwindigkeit. Wenn also in der Bewegung der Bewegung der Maschine Beschleunigung eintritt, so bleiben die Planetenräder nicht mehr an ihrer Stelle, sondern werden von dem Rade n etwas mitgenommen; sie heben alsdann mittelst der Bleuelstange T das Gewicht W und schließen das Dampfregister weiter, wodurch die Geschwindigkeit der Maschine und des Rades n sich ermäßigt, bis ein Gleichgewichtszustand sich hergestellt hat, in welchem die Planetenräder in der Secunde genau die gleiche Zahl von Zähnen in dem Rade n und auf dem Triebe g abwälzen. Dies ist die normale Geschwindigkeit der Maschine, welche sich erhält, welches auch (innerhalb vorher bestimmter Grenzen) die Stellung des Gewichtes W sein mag. Das Spiel des Hebels s wird durch die beiden Stifte t und t' begrenzt, welche an zwei der Stützen i, i befestigt sind; die eine dieser Begrenzungsstellen entspricht jener Lage der Kurbel, bei welcher das Dampfregister geschlossen, die andere Haltstelle aber jener Lage, in welcher das Dampfregister ganz geöffnet ist.

Die Anordnungen, um die Differentialbewegung zwischen dem rotirenden Becher und der Maschine hervorzubringen, können auch durch verschiedene andere Constructionen ersetzt werden; z. B. durch conische Räder, Schraube ohne Ende u. dergl.

Herr C. W. Siemens hat über seinen neuen Regulator auch in der Royal Society am 12. April 1866 einen Vortrag gehalten. Aus dem im Philosophical Magazine No. 213, S. 76 veröffentlichten Auszug des Protocolls über diese Sitzung entnehmen wir noch die folgende Stelle, welche sich über die Theorie des Apparates etwas näher ausläßt, und auch eine kleine Abänderung der Einrichtung angiebt.

Nach kurzer Darlegung des allgemeinen Princips der Einrichtung, aus der nur zu erwähnen wäre, daß die Innenfläche des Bechers nach einem Rotationsparaboloid gekrümmt sein soll, heißt es daselbst:

Es ist nachgewiesen, daß bei einer gewissen Winkelgeschwindigkeit des Bechers die am offenen unteren Theile desselben zuströmende Flüssigkeit sich längs den Wänden in einer parabolischen Curve bis zum oberen Rande des Bechers erheben wird, und daß eine geringe Zunahme der Geschwindigkeit das Ueberströmen der Flüssigkeit in einer dünnen Schicht veranlaßt, welche gegen die Wand des äußeren Gefäßes geschleudert wird, und längs denselben zu der am Boden befindlichen Flüssigkeit zurückfließt, von der continuirlich neuen Flüssigkeitstheilchen in den Becher strömen.

So lange kein Ueberströmen stattfindet, ist nur eine kaum merkbare Kraft erforderlich, den Becher mit der darin befindlichen Flüssigkeit in Bewegung zu erhalten. In dem Augenblick aber, wo Ueberströmen eintritt, wird durch Hebung und Auswerfung eines continuirlichen Flüssigkeitsstromes eine beträchtliche Kraft absorbirt, und dadurch die weitere Beschleunigung aufgehalten, so daß sich eine nahezu gleichförmige Geschwindigkeit herstellt. Wenn absolute Gleichförmigkeit der Bewegung verlangt wird, so wird der Becher nicht unwandelbar an der rotirenden Spindel befestigt, sondern an derselben mittelst einer Spiralfeder aufgehängt, welche nicht nur das Gewicht desselben trägt, sondern gleichzeitig durch ihr Torsionsmoment die be-

wegende Kraft auf ihn überträgt. Die Centralhülse des Bechers hat Führung auf einer helikalen Fläche; in Folge dessen steigert eine Zunahme des Widerstandes oder der bewegenden Kraft die Torsionswirkung der Feder, und bewirkt dadurch, daß der Becher sich selbstthätig um so viel senkt, als die Dicke der überfließenden Schicht betragen muß, welche erforderlich ist, um das Gleichgewicht zwischen Widerstand und bewegender Kraft ohne bleibende Zunahme der Winkelgeschwindigkeit wieder herzustellen.

Es ist leicht nachweisbar, daß die Dichte der Flüssigkeit keinen Einfluß auf die Rotationsgeschwindigkeit des Bechers hat. Diese Geschwindigkeit ist bestimmt durch die Formel:

$$n = \frac{\sqrt{2gh\left\{1 - \frac{\varrho^2}{r^2 - 0{,}293\,\varrho^2}\right\}}}{2r\pi},$$

worin n die Zahl der Umdrehungen in der Secunde,

h die Höhe der Flüssigkeit vom Niveau im äußeren Gefäße bis zum oberen Rande des Bechers, und

r und ϱ die Halbmesser der oberen und der unteren Oeffnung des Bechers bezeichnen.

Nur die Feder muß eine größere Steifigkeit erhalten, wenn eine verhältnißmäßig dichte Flüssigkeit in Anwendung kommen soll.

Ueber den passendsten Widerstand des bei Messungen mit der Wheatstone-schen Brücke benutzten Galvanometers.

Von **Louis Schwendler,**
Elektrician bei Siemens Brothers in Woolwich.

Es ist bereits früher nachgewiesen worden, daß bei Widerstandsmessungen mit der Wheatstone'schen Brücke die größte Empfindlichkeit erreicht wird und der Einfluß des Beobachtungsfehlers auf das Resultat der Messung dann am kleinsten ist, wenn die Widerstände der 4 Zweige gleich sind. Meines Wissens aber ist die eben so wichtige Frage:

„bei welchen Widerstand des Galvanometers erreicht dessen magnetisches Moment für gegebene Werthe der anderen Zweige des Parallelogramms sein Maximum",

bisher noch nicht der Untersuchung unterworfen worden.

Wenn ein Galvanometer in einen einfachen Stromkreis eingeschaltet ist, so hat sein magnetisches Moment bekanntlich einen Maximalwerth, wenn der Widerstand des Galvanometers dem der übrigen Theile des Kreises gleich ist.

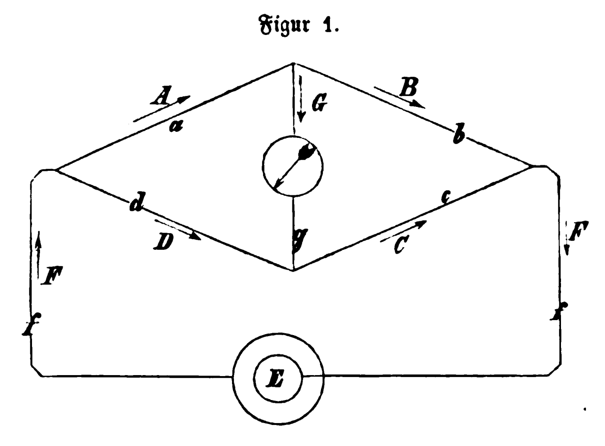


Aus Gründen der Analogie steht zu erwarten, daß ein ähnliches Gesetz auch bei der Widerstandsmessung mittelst der Wheatstone'schen Brücke gelten wird; und es fragt sich nur, was ist in diesem Falle als äußerer Widerstand zu betrachten?

Die Untersuchung dieser Frage soll Gegenstand dieser Arbeit sein.

In der Figur 1 bezeichnen a, b, c, d die Widerstände der 4 Zweige der Brücke, f den der Batterie nebst deren Zuleitungen, und g den unbekannten Widerstand des Diagonalzweiges mit darin eingeschaltetem Galvanometer.

Figur 1.



Bezeichnen wir ferner mit den großen Buchstaben A, B, C, D, F und G die Stromstärken in diesen 6 Strecken und mit E die elektromotorische Kraft der Batterie. Alsdann haben wir, zufolge den Kirchhoff'schen Gesetzen, die folgenden 6 von einander unabhängigen Gleichungen:

$$A = B + G$$
$$C = D + G$$
$$F = A + D$$
$$aA + gG - dD = 0$$
$$fF + aA + gG + cC = E$$
$$gG + cC - bB = 0.$$

Werden A, B, C, D und F eliminirt, so bleibt nur eine einzige Gleichung, welche außer den 6 Widerständen die elektromotorische Kraft E und die Stromstärke G, welche in dem Galvanometerzweige g vorhanden ist, enthält; aus derselben ergiebt sich für G folgender Werth:

$$G = \frac{E}{g\frac{(c+d)(a+b)+f(a+b+c+d)}{bd-ac} + f\frac{(b+c)(a+d)+ab(c+d)+cd(a+b)}{bd-ac}}$$

Wird $bd - ac = 0$ gemacht, so ergiebt sich auch $G = 0$; dies ist das bekannte Gesetz der Wheatstone'schen Schleife. Setzen wir zur Abkürzung

$$(c+d)(a+b)+f(a+b+c+d) = V$$
$$bd - ac = \alpha$$
$$f(b+c)(a+d)+ab(c+d)+cd(a+b) = W$$

und multipliciren mit der Umwindungszahl U des Galvanometerrahmens, so ergiebt sich das magnetische Moment, welches mit Y bezeichnet werden mag:

$$Y = \frac{\alpha . U . E}{g V + W}.$$

Der mit Drath zu füllende Raum auf dem Galvanometerrahmen ist bekannt und gegeben, nennen wir überdies den Querschnitt des Drathes q, so bestehen zwischen U, q und g folgende Relationen:

$$U = \frac{\text{const.}}{q}$$

$$g = \frac{U . \text{const.}}{q}$$

und daraus

$$U = \text{const.} \sqrt{g}$$

endlich

$$Y = E . \alpha . \frac{\sqrt{g}}{g . V + W} . \text{const.}$$

In dieser Gleichung ist nur g als variabel zu betrachten; die Frage ist nun: bei welchem Werthe von g der Ausdruck Y sein Maximum erreicht.

Dies wird der Fall sein für $g = \frac{W}{V}$, oder, wenn die Werthe von W und V substituirt werden, für

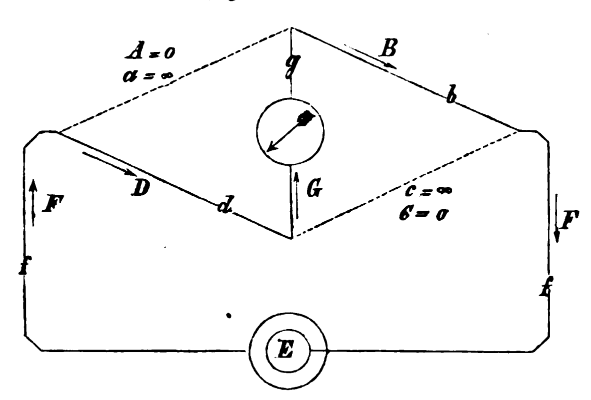
$$g = \frac{f(b+c)(a+d) + ab(c+d) + cd(a+b)}{(c+d)(a+b) + f(a+b+c+d)}.$$

Dividirt man hier im Zähler und Nenner mit ac, so nimmt der Ausdruck folgende für unseren Zweck besser geeignete Gestalt an:

$$(1) \qquad g = \frac{f\left(1+\frac{d}{a}\right)\left(1+\frac{b}{c}\right) + bd\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{c}\right) + b + d}{\left(1+\frac{d}{c}\right)\left(1+\frac{b}{a}\right) + f\left(\frac{b+d}{ac}+\frac{1}{a}+\frac{1}{c}\right)}.$$

Diese Gleichung (1) spricht die Beziehung aus, welche zwischen dem Widerstande des Galvanometers und den Widerständen der anderen 5 Zweige, mit Einschluß der Batterie, bestehen, wenn das magnetische Moment der Galvanometerspirale seinen Maximalwerth hat.

Da diese Relation nicht für die Gleichgewichtslage der Galvanometernadel, sondern ganz allgemein, ohne Rücksicht auf die zwischen den 4 Zweigen a, b, c, d bestehenden Beziehungen entwickelt worden, so muß dieselbe in das bekannte Gesetz des einfachen Schließungsbogens übergehen, wenn man, wie in Figur 2:



$a = c = \infty$ setzt. In der That ergiebt die Gleichung (1) dann:

$$g = f + b + d,$$

wie das Gesetz für den einfachen Schließungsbogen fordert, ein Beweis für die Allgemeingültigkeit der Formel (1).

Diese Formel läßt sich auch umformen in die folgende:

$$(1a) \qquad g = \frac{ab}{a+b} + \frac{cd}{c+d} + f \cdot \gamma$$

worin

$$\gamma \text{ für } \frac{(ac - bd)}{(a+b)(c+d)\left\{(a+b)(c+d) + f(a+b+c+d)\right\}}$$

gesetzt ist.

Da aber dies Gesetz stets nur dann praktische Anwendung findet, wenn beim Widerstandsmessen die Gleichgewichtslage an der Wheatstone'schen Brücke bereits nahezu erreicht ist, so ist $ac - bd$ stets sehr wenig von 0 verschieden; mithin muß γ, welches dem Quadrat von $ac - bd$ proportional ist, noch mehr sich der Null nähern, und da der Batteriewiderstand f auch stets möglichst klein ist, so können wir ohne merklichen Fehler

$$f \cdot \gamma = 0$$

setzen. Dies führt zu der Näherungsformel

$$(1b) \qquad g = \frac{ab}{a+b} + \frac{cd}{c+d}.$$

Unter der Annahme, daß $(ac - bd)^2$ unendlich klein ist, ergiebt sich aber ferner noch die weitere Näherungsformel †):

$$(2) \qquad g = \frac{(a+d)(b+c)}{a+b+c+d}.$$

Aus dieser Formel ergiebt sich für das Wheatstone'sche Diagramm in der Nähe des Gleichgewichtszustandes das folgende einfache Gesetz:

Um das magnetische Moment des Galvanometers auf sein Maximum zu bringen, muß der Widerstand desselben gleich sein dem Gesammtwiderstande der auf beiden Seiten desselben befindlichen Doppelzweige, wenn dieselben nebeneinander geschaltet gedacht werden *).

---

*) Streng genommen setzt das Gesetz voraus, daß der Querschnitt der Isolationshülle immer in demselben Verhältniß zum Querschnitt q des verwendeten Drathes steht. Da aber die Dicke der Isolationshülle im Allgemeinen für dicke wie für dünne Dräthe dieselbe ist, so ist diese Voraussetzung in der Praxis nie vollkommen erfüllt, namentlich wenn kleine Galvanometer zur Messung von großen Widerständen benutzt werden.

†) Die vollständige Formel ist:

$$g = \frac{(a+d)(b+c)}{a+b+c+d} - \frac{(ac - bd)^2}{(a+b)(c+d)(a+b+c+d) + f(a+b+c+d)^2}.$$

Die erste Näherungsformel (1b) ergiebt also einen zu kleinen, die andere Formel (2) einen zu großen Werth für g; welche von beiden dem wahren Werthe von g sich mehr nähert, hängt von dem Verhältniß zwischen f und den Zweigen des Parallelogramms ab. Die Formel (1b) ergiebt eine größere Annäherung, wenn — wie wohl meistens der Fall sein wird — f kleiner als $a\frac{c+d}{a+d}$ ist, dagegen ist die Formel (2) genauer, wenn f größer ist als $a\frac{c+d}{a+d}$.

D. Red.



Hiernach läßt sich für jeden vorliegenden Fall der geeignetste Galvanometerwiderstand und die Dicke des zu verwendenden Drathes berechnen, wenn der damit zu füllende Raum auf dem Rahmen gegeben ist.

Das obige Gesetz fordert für jeden zu messenden Widerstand einen anderen Widerstand der Galvanometerumwindungen; da man aber nur eine sehr beschränkte Zahl von Widerständen beim Galvanometer anwenden kann, so muß man den Galvanometerwiderstand in solchen Fällen dem obigen Gesetz gemäß wählen, wo die übrigen Verhältnisse möglichst ungünstig sind; dies trifft bekanntlich bei der Messung von großen Widerständen ein, wo den Zweigen a und d sehr ungleiche Werthe gegeben werden müssen.

Bei den üblichen, nach dem Princip der Wheatstone'schen Brücke eingerichteten Widerstandsmess-Vorrichtungen, wie sie zur Prüfung von Kabeln allgemein angewendet werden, kann man Widerstände zwischen $\frac{1}{100}$ und 1,000000 Siemens-Einheiten messen; indem jeder der beiden Zweige a und d nach Belieben die Werthe: 10, 100 oder 1000 erhalten und der Ausgleichungswiderstand b von 1 bis 10000 Siemens-Einheiten geändert werden kann. Soll nun der Widerstand eines Galvanometers mit nur einem unveränderlichen Umwindungssatz für diese Gattung von Brücken bestimmt werden, so würden wir unser Gesetz für zu messende Widerstände zwischen 100000 und 1,000000 Siemens-Einheiten oder im Mittel für einen Widerstand von 550000 in Anwendung zu bringen haben.

Es ist also in die Formel (2) einzusetzen:

$$a = 10,$$
$$d = 1000,$$
$$b = 5500,$$
$$c = 550000,$$

und die Rechnung ergiebt dann:

$$g = 1009 \text{ Siemens-Einheiten.}$$

Für praktische Zwecke ist es zulässig, die obige Näherungsformel (2) noch weiter abzukürzen in:

$$(2a) \qquad g = \left(\frac{a+d}{c+d}\right) c,$$

welche von jener nur durch ein Glied differirt, welche die als unendlich klein betrachtete Größe $ac - bd$ als Factor besitzt †).

---

†) Dieser Näherungswerth ergiebt sich, wenn man in der Entwickelung von g auch das Glied vernachlässigt, welches die erste Potenz von $ac - bd$ zum Factor hat. Nimmt man nämlich an, daß bei gegebenen Werthen von a, c und d der vierte Zweig den Werth $b + x$ hätte erhalten müssen, um den Strom im Galvanometerzweige auf 0 zu bringen, so ergiebt sich:

$$ac - bd = x.d,$$

$$\text{und} \qquad b = c\frac{a}{d} - x.$$

Setzt man diesen Werth von b in die Formel für g (1) ein und entwickelt dann nach den Potenzen von x, so erhält man für g die Formel:

$$g = c \cdot \frac{a+d}{c+d} - \frac{d^2}{(c+d)^2} \cdot x - \frac{d^2}{(c+d)^2} \cdot \frac{c+d+f}{(c+d)(a+b)+f(a+b+c+d)} x^2.$$

Im dritten Gliede ist, der leichteren Uebersicht wegen, b noch beibehalten; wird auch hier der obige Werth für b eingesetzt, so verwandelt sich dieses Glied in:

Wenn der zu messende Widerstand sehr groß ist, im Verhältniß zu dem größeren der beiden festen Zweige d, so können wir d neben c vernachlässigen und haben dann den Näherungswerth:

$$(3) \qquad g = a + d.$$

Das heißt in diesem Falle muß der Galvanometerwiderstand der Summe der Widerstände der beiden festen Zweige (welche jetzt zugleich die kleinsten sind) gleich sein, wenn das magnetische Moment desselben sein Maximum erreichen soll.

Es ist indeß in diesem Falle noch eine Correction zu dem Werthe der Formel (3) zuzufügen, die in einem späteren Artikel entwickelt werden soll.

$$- \frac{d^3}{(c+d)^3} \cdot \frac{c+d+f}{a(c+d)+f(a+d)} x^2$$

und es tritt der Entwickelung ferner noch eine unendliche Reihe von Gliedern hinzu — sämmtlich mit negativem Vorzeichen — welche steigende Potenzen von x, von der dritten an, zu Factoren haben. D. Red.

Ueber die Bestimmung der elektromotorischen Kräfte.

Von **Dr. J. L. Hoorweg** in Harlingen.

(Aus Poggendorff's Annalen Bd. CXXVII, S. 140.)

(Mit einer Abbildung auf Tafel IV.)

Im Mai vorigen Jahres war ich beschäftigt mit einigen Versuchen über die durch Wärme bewirkte Aenderung der elektromotorischen Kraft einer galvanischen Kette. Diese Versuche, welche in meiner Dissertation: „Over de veranderingen der elektromotorische kracht" niedergelegt sind, gaben mir Veranlassung zu einer genauen Untersuchung der verschiedenen Methoden, welche man zur Bestimmung dieser Kraft vorgeschlagen hat. Die Mittheilung dieser Untersuchung ist vielleicht nicht ohne Interesse, da ich dabei Gelegenheit haben werde, den Physikern eine neue Compensationsmethode darzubieten, welche, glaube ich, neben der von Hrn. Bosscha in seiner Dissertation: De galvanometro differentiali veröffentlichten [1]) eine Stelle verdient.

---

1) Vergl. Pogg. Ann. Bd. 94, S. 172; daraus auch in dieser Zeitschrift Bd. II (1855) S. 30.



Das Ziel, welches ich zu erreichen bemüht war, ist die Bestimmung der elektromotorischen Kräfte aller Ketten in absolutem Maaß. Die Lösung dieses Problems ist jedoch schwierig und mühsam, und deshalb habe ich mich begnügt, nur für eine Kette die absolute Größe ihrer elektromotorischen Kraft zu bestimmen, und durch Vergleichung mit dieser indirect auch für andere Ketten die gesuchte Größe aufzufinden.

Zur directen Bestimmung des absoluten Werthes der elektromotorischen Kräfte wird immer die Ohm'sche Methode vorangestellt:

Nach dieser Methode schaltet man in die Kette nacheinander zwei bekannte Widerstände $r_{,}$ und $r_{,,}$ ein, und bestimmt die Intensitäten $i_{,}$ und $i_{,,}$, welche in beiden Fällen auftreten. Die elektromotorische Kraft findet man alsdann durch die bekannte Formel:

$$E = \frac{i_{,} i_{,,} (r_{,,} - r_{,})}{i_{,} - i_{,,}}$$

oder, wenn man $(r_{,,} - r_{,}) = R$ setzt:

$$E = \frac{i_{,} i_{,,} R}{i_{,} - i_{,,}}.$$

Differentiirt man diese Gleichung, so erhält man:

$$dE = \frac{E}{R} dR + \frac{E i_{,} di_{,,}}{i_{,,}(i_{,} - i_{,,})} - \frac{E i_{,,} di_{,}}{i_{,}(i_{,} - i_{,,})} \qquad (1).$$

Man kommt der Wahrheit ziemlich nahe, wenn man di constant setzt. Führt man diese Hypothese in Gleichung (1) ein, so wird dieselbe:

$$dE = \frac{E}{R} dR + \frac{E(i_{,} + i_{,,})}{i_{,} i_{,,}} di \qquad (2).$$

Je größer E, desto größer müssen auch $i_{,}$ und R sein. Die einzige Unbequemlichkeit, welche diese vortreffliche Methode mit sich führt, ist die Schwierigkeit der Bestimmung von R, $i_{,}$ und $i_{,,}$, wodurch die Fehler dR und di ziemlich groß werden können.

Die übrigen Methoden dienen nur zur Bestimmung des Verhältnisses der elektromotorischen Kräfte und sie können zur Vergleichung ihrer Genauigkeit in zwei Abtheilungen gebracht werden.

Die erste Abtheilung enthält diejenigen Methoden, bei denen man der Bestimmung der Intensität bedarf und also das Gesetz kennen muß, nach welchem dieselbe von der beobachteten Ablenkung der Magnetnadel abhängt. Besser als diese Methoden sind die der zweiten Abtheilung, welche alle diejenigen umfaßt, die auf der Bestimmung des Widerstandes beruhen. Denn da man für die zu bestimmenden Widerstände Stücke eines selben, feinen, gleichmäßig gezogenen Platindrathes braucht, so wird man nur kleine Fehler begehen, wenn man die Widerstände proportional den Längen setzt. Die Bestimmung der Widerstände ist alsdann auf eine Messung von Längenmaaßen zurückgeführt.

Im Folgenden ist immer die elektromotorische Kraft der stärkeren Säule gleich E gesetzt.

Erste Abtheilung.

Methode von Fechner, durch Bestimmung der Intensitäten $i_{,}$ und $i_{,,}$, die man bekommt, wenn man nach einander die Pole der beiden Elemente mittelst eines sehr großen Widerstandes mit dem Galvanometer verbindet.



Hier ist

$$\Delta = \frac{E}{E_{,}} = \frac{i_{,}}{i_{,,}}.$$

Diese Gleichung differentiirt, giebt

$$d\Delta = \frac{d\,i_{,,}}{i_{,,}} - \frac{\Delta\,di_{,}}{i_{,,}},$$

oder, wenn man wieder die Fehler di constant setzt:

$$d\Delta = -\frac{\Delta - 1}{i_{,,}}\,di \qquad (3).$$

Diese Methode ist in allen Fällen anwendbar und leistet wegen der Leichtigkeit ihrer Ausführung ausgezeichnete Dienste z. B. zur Bestimmung der durch die Wärme eintretenden Aenderungen der elektromotorischen Kraft einer selben Kette.

Auch die Ohm'sche Methode kann zur Vergleichung der elektromotorischen Kräfte zweier Elemente gebraucht werden.

Denn, wie oben, hat man für das erste Element

$$E = \frac{i_{,}i_{,,}(r_{,,} - r_{,})}{i_{,} - i_{,,}}$$

und, wenn man die entsprechenden Größen für das zweite Element gleich $i_{,}'$ und $i_{,,}'$ setzt, wird

$$E' = \frac{i_{,}'i_{,,}'(r_{,,} - r_{,})}{i_{,}' - i_{,,}'}$$

und

$$\Delta = \frac{E}{E'} = \frac{i_{,}i_{,,}}{i_{,}'\,i_{,,}'}\,\frac{(i_{,}' - i_{,,}')}{(i_{,} - i_{,,})}.$$

Wenn man diese Formel differentiirt und, wie oben di constant setzt, bekommt man

$$d\Delta = -\Delta di\left[\left(\frac{1}{i_{,}'} - \frac{1}{i_{,}}\right) + \left(\frac{1}{i_{,,}'} - \frac{1}{i_{,,}}\right)\right] \qquad (4).$$

Die Bedingung der Fechner'schen Methode ist: daß der innere Widerstand gegen den äußeren ein verschwindender sei; die Ohm'sche dagegen verlangt, daß in beiden Fällen die Werthe der Größe $(r_{,,} - r_{,})$ einander gleich seien. Wäre die letztere Bedingung nicht leichter zu erfüllen als die erstere, so würde, wie die Formeln (3) und (4) zeigen, die Fechner'sche Methode besser als die Ohm'sche sein. Je kleiner in (4) die Größen $(i_{,} - i_{,}')$ und $(i_{,,} - i_{,,}')$, desto geringer ist der Einfluß des Fehlers di.

Zweite Abtheilung.

Methode von Wheatstone. Bei dieser wird der Strom des ersten Elements auf eine bestimmte Intensität gebracht, welche man hernach durch Vergrößerung des Widerstandes um eine bekannte Größe l auf ein Bestimmtes verringert. Alsdann wird auch der Strom des zweiten Elements auf die erste Intensität gebracht und nun durch Vergrößerung des Widerstandes um $l_{,}$, auf dieselbe zweite Intensität zurückgeführt.

Man findet hier das Verhältniß der Kräfte durch die Formel

$$\Delta = \frac{E}{E_{,}} = \frac{l}{l_{,}}$$

durch deren Differentiation man bekommt:

$$d\Delta = \frac{dl - \Delta dl_{,}}{l}.$$



Der Fehler dl ist die Summe von zweien, von denen der erste durch die Heterogenität des Draths entsteht und der andere aus der Messung selbst entspringt. Nennen wir den ersten dh und den zweiten dm und nehmen dabei dm als constant, so wird obige Formel:

$$d\Delta = -\frac{\Delta - 1}{l_{,}}\,dm + \frac{l_{,}dh_{l} - l\,dh_{l,}}{l_{,}^{2}} \qquad (5)$$

worin das letzte Glied immer sehr klein sein wird, weil dh mit der Länge des Drathes wächst.

Alles stützt sich hierbei aber darauf, daß in beiden Fällen die zwei bestimmten Intensitäten dieselben seien. Dazu wird die Multiplicatornadel immer auf dieselbe Winkelablenkung gebracht. Nun kann man, wenn M die horizontale Componente des Erdmagnetismus und α jene Winkelablenkung bezeichnet, immer setzen:

$$i = M \,.\, F(\alpha).$$

Wenn sich also M während des Versuches plötzlich ändert, besteht die nothwendige Gleichheit der Intensität nicht mehr.

Nach Poggendorff's Methode, wie sie von Bosscha modificirt worden, verknüpft man die beiden Elemente auf solche Weise zu einer Kette, daß ihre Ströme einander entgegenwirken. Zwei Punkte der Kette werden durch einen abgeleiteten Drath vereinigt, und hier schaltet man ein Rheochord ein, mittelst welches die Stromintensität des Elements, dessen Kraft indirect durch Vergleich mit der des anderen in absolutem Maaß bestimmt werden soll, auf Null gebracht wird. Alsdann wird in dem Theil der Kette, in welchem sich das Normalelement befindet, ein bekannter Widerstand a eingeschaltet, und nun, indem man im Rheostat den Widerstand um b vergrößert, die Intensität des anderen Elements wieder auf Null reducirt.

Stellt E die Kraft des Normalelements und $E_{,}$ die des anderen vor, so ist

$$\Delta = \frac{E}{E_{,}} = \frac{a + b}{b}.$$

Die Differentiation dieser Gleichung, wenn man wie oben setzt:

$$da = dm + dh_{a}$$
$$db = dm + dh_{b}$$

giebt:

$$d\Delta = -\left(\frac{\Delta - 2}{b}\right)dm + \frac{b\,.\,dh_{a} - a\,.\,dh_{b}}{b^{2}} \qquad (6)$$

eine Formel, die der Wheatstone'schen vorzuziehen ist.

Diese Methode kann nicht gebraucht werden, wenn Δ nahezu eins ist. Sie hat dabei noch den Nachtheil, daß die Proportionalität der elektromotorischen Kraft mit der „Tendenz zum Strom“ Einwürfen unterliegt. Viele meinen, es werde durch diese Methode nicht die elektromotorische Kraft gemessen, sondern eine Größe, die von dieser um den Werth der Polarisation verschieden sei.

Die Bedingung, daß die Intensität der zweiten Säule gleich Null sei, ist sehr vortheilhaft, denn mittelst eines Commutators läßt sich die geringste Stromspur noch auffinden, da eine rasche und ununterbrochene Aenderung der Stromesrichtung eine unmerkliche Ablenkung der Nadel langsam vergrößert und endlich sichtbar macht.

Die zweite Compensationsmethode des Herrn Bosscha besitzt den letzten Vortheil der Poggendorff'schen, ohne einen ihrer Fehler zu theilen.



Wir haben hier dieselbe Stromverzweigung, aber die Ströme der beiden Elemente addiren sich und Rheostat und Galvanometer werden vertauscht. Der Strom in der Verzweigung wird jetzt auf Null reducirt, und später nochmals, nach Einschaltung eines bekannten Widerstandes a in den Theil der Kette, worin sich das Normalelement befindet, durch Vergrößerung des Widerstandes im Rheostat um eine Größe b. Zur Messung der Größen a und b kann ich das Lindig'sche Rheochord [1]) empfehlen.

Man hat alsdann

$$\Delta = \frac{E}{E_{\prime}} = \frac{a}{b},$$

welche Gleichung differentiirt, giebt

$$d\Delta = \frac{b.da - a.db}{b^2}$$

oder, wenn wie früher

$$da = dm + dh_a$$
$$db = dm + dh_b$$

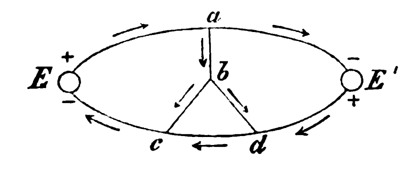
gesetzt wird,

$$d\Delta = -\left(\frac{\Delta - 1}{b}\right) dm + \frac{b.dh_a - a.dh_b}{b^2} \qquad (7)$$

Wenn Δ nahezu eins ist, „leistet diese Methode in der That Alles, was man nur verlangen kann."

Will man diese Methode zur Bestimmung größerer Werthe von Δ anwenden, so bekommt indeß das Lindig'sche Rheochord eine sehr unbequeme Länge. Sie kann deshalb auf Thermoketten nicht angewandt werden. Es war aber wünschenswerth, auch für diese die elektromotorische Kraft mit Genauigkeit in absolutem Maaß bestimmen zu können, wodurch man denn auch noch kleinere Kräfte, z. B. die durch den Einfluß der Wärme erregten, in demselben Maaße ausdrücken könnte.

Die Methode, mittelst deren dieses Ziel zu erreichen ist, fordert nicht die bei der Bosscha'schen nothwendige Gleichheit der Intensitäten beider Elemente, weil bei Thermoketten das von Poggendorff [2]) beobachtete Polarisationsphänomen nicht auftreten kann. Beim Besitz einer solchen Methode kann man ersichtlich die Kraft für alle Thermoketten absolut bestimmen, und diese hernach zum Ausgangspunkt für die Bestimmung der absoluten Größe noch geringerer Kräfte wählen.



Ich habe mich bemüht, eine solche Methode aufzufinden, und das ist mir wirklich durch die nebenstehende Stromverzweigung gelungen.

E ist das Normalelement und E' das andere Element. In dem Zweige **bd** wird die Intensität auf Null reducirt.

---

1) Pogg. Ann. Bd. 123, S. 1; auch diese Zeitschrift Bd. XI (1864) S. 194.

2) Pogg. Ann. Bd. 55, S. 54.

Setzen wir in den

Zweigen	aEc	ab	bc	bd	cd	aE'd
die Intensitäten	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6
die Widerstände	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6

so ist, unter Voraussetzung $i_4 = 0$, nach den Kirchhoff'schen Sätzen

$$i_1 = i_6 + i_2$$
$$i_2 = i_3$$
$$i_1 = i_3 + i_5$$
$$i_6 = i_5$$

und

$$\left.\begin{array}{l} i_1 w_1 + i_2 w_2 + i_3 w_3 = E \\ i_5 w_5 \qquad\quad - i_3 w_3 = 0 \\ i_6 w_6 - i_2 w_2 \qquad\quad = E' \\ i_1 w_1 + i_6 w_6 + i_5 w_5 = E + E' \end{array}\right\} \quad (8).$$

Diese Gleichungen liefern leicht die folgende Relation:

$$\Delta = \frac{E}{E'} = \frac{w_1 w_5 + w_2 w_5 + w_3 w_5 + w_1 w_3}{w_3 w_6 - w_2 w_5} \quad (9).$$

Lassen wir jetzt w_1 um eine Größe a und darauf w_6 um eine solche Größe b wachsen, daß wieder $i_4 = 0$, so bekommen wir:

$$\Delta = \frac{(w_1 + a) w_5 + w_2 w_5 + w_3 w_5 + (w_1 + a) w_3}{w_3 (w_6 + b) - w_2 w_5}$$

Aus den beiden Gleichungen (9) und (10), wenn wir $w_3 = c$, $w_5 = e$ und $\frac{c + e}{c} = n$ setzen, folgt dann:

$$\Delta = \frac{c + e}{c} \times \frac{a}{b} = \frac{n a}{b}.$$

Diese Formel hat die gewünschte Form und ist in allen Fällen anwendbar. Die Differentiation dieser Gleichung, wenn man wiederum setzt:

$$de = dm + dh_e$$
$$dc = dm + dh_c$$
$$da = dm + dh_a$$
$$db = dm + dh_b$$

giebt:

$$d\Delta = \left[\left(\Delta - \frac{a}{b}\right)\left(\frac{c - e}{ce}\right) + \Delta\left(\frac{b - a}{ab}\right)\right] dm$$
$$+ \left(\Delta - \frac{a}{b}\right)\left(\frac{dh_e}{e} - \frac{dh_c}{c}\right) + \Delta\left(\frac{dh_a}{a} - \frac{dh_b}{b}\right) \quad (11).$$

Ohne allzu lange Dräthe zu gebrauchen, kann man bis $\Delta = 100$ aus dem genähert bekannten Verhältniß der Kräfte das Verhältniß $\frac{e}{c}$ bestimmen, solchergestalt, daß $\frac{a}{b}$ nahezu $= 1$ ist. Diese Hypothese macht (11) sehr vortheilhaft, denn man findet alsdann beinahe richtig:

$$d\Delta = -\left(\frac{\Delta - 2}{c}\right) dm + (\Delta - 1)\left(\frac{dh_e}{e} - \frac{dh_c}{c}\right) \quad (12).$$

Eine Vergleichung der Formeln (7) und (12) zeigt den Vorzug der letzteren.

Die Vorrichtung, welche ich zu dieser Methode benutze, ist in Fig. 5 Tafel IV sche-

matisch abgebildet. E und E' sind die beiden Elemente, R ist der Lindig'sche Rheostat und R' ein ähnlicher Widerstandsmesser mit nur einem Platindrath A'D' von gleicher Dicke wie der des Rheostats R. B' nnd C' sind, wie B und C, verschiebbare Klötzchen. C' muß mit drei Löchern versehen sein und der Zeiger daran muß vollkommen zusammenfallen mit dem Punkt, wo die Dräthe E'C', TC' und A'D' einander begegnen. Auch muß dafür gesorgt werden, daß der Nullpunkt der Scale genau zusammenfalle mit dem Schneidepunkt der Dräthe TA', D'A' und FA'. In den Zweig A'TC' sind der Commutator T und das Spiegelgalvanometer G eingeschaltet. Mit R' werden c und e gemessen, und a und b mit R.

Ein Vergleich des Daniell'schen Elements mit etwa der Thermokette Kupfer-Wismuth würde leicht über die Zulässigkeit der Methode entscheiden.

Hier fand Wild [1]) $\Delta = 1000$ ungefähr. Wir wollen annehmen, Δ sei genau gleich 1000 gefunden und wollen $\frac{e}{c}$ so bestimmen, daß $\frac{a}{b} = 4$ sei. Wir finden $\frac{e}{c} = 249$ und, wenn wir $c = 2$ Centimeter setzen, ist $e = 5$ Meter, und der ganze Versuch würde 7 Meter Platindrath erfordern, und wenig Raum bedingen, denn R' kann neben R gestellt werden. Zu demselben Versuche brauchte man nach der Bosscha'schen Methode ein Rheochord mit einem Drath von mehr als 25 Meter Länge.

Setzt man in Formel (11) $\frac{a}{b} = 4$, so wird man, weil

$$\Delta - \frac{a}{b} = \frac{e}{c} \times \frac{a}{b}$$

bekommen:

$$d\Delta = -dm\left[\frac{(e-c)}{c^2}4 + \frac{3}{a}\right] + (\Delta - 4)\left(\frac{dh_e}{e} - \frac{dh_c}{c}\right) + \Delta\left(\frac{dh_a}{a} - \frac{dh_b}{b}\right).$$

Setzen wir, der Einfachheit wegen, dh_e, dh_c, dh_a und $dh_b = 0$ und $a = 100$ Centimeter, welchen Werth a leicht übertreffen kann, so ist für obiges Beispiel

$$d\Delta = -526\,dm$$

Setzen wir ferner dm gleich dem Widerstand von $\frac{1}{5}$ Centimeter (in der That ein kleiner Fehler), so kann der wahre Werth von Δ variiren zwischen 1105 und 895, deshalb $\frac{1}{\Delta}$ oder $\frac{E'}{E}$ zwischen 0,000905 und 0,00112. Die Differenz dieser Zahlen ist 0,000215, während bei einem drei Mal kleineren Werth von Δ Regnault und Neumann noch um 0,02 differiren [2]).

1) Pogg. Ann. Bd. 103, S. 353.

2) Wüllner, Lehrbuch der Experimental-Physik Bd. 2, S. 937.

Commutator von neuer Form.

Von **Ad. Hörmann,**
Lehrer an der Bergakademie zu Clausthal.

(Aus Poggendorff's Annalen Bd. CXXVII, S. 638.)

(Mit Abbildungen auf der Kupfertafel IV.)

Bei physikalischen Apparaten, die für den Unterricht bestimmt sind, ist es, wie bekannt, stets wünschenswerth, daß dieselben möglichst übersichtlich sind. Zumal bei solchen ist dieses nöthig, die zur Leitung des galvanischen Stromes dienen, damit die Schüler mit einem Blick leicht und sicher den Lauf des Stromes verfolgen können. Der vorliegende Commutator, den ich schon seit einiger Zeit für meine Vorträge benutze, ist aus dem Streben nach möglichster Uebersichtlichkeit hervorgegangen. Auch habe ich gesucht die einzelnen Theile so zu construiren, daß sie sich möglichst leicht anfertigen lassen.

Auf dem viereckigen Brettchen A (Fig. 1 bis 4, Taf. IV) sind vier Klemmschrauben a, b, c und d befestigt, deren zwei, z. B. a und b, zur Aufnahme der Poldräthe des Elektromotors dienen, während die beiden anderen c und d zur Aufnahme des Schließungsbogens bestimmt sind, den der Strom bald in der einen, bald in der anderen Richtung durchlaufen soll. Durch die Klemmschrauben werden zugleich auf dem Brettchen die vier federnden Metallstreifen e, f, g und h festgehalten. Zwischen letzteren liegt, durch ein Paar kleiner Messingständer i und k getragen, eine Walze von hartem Holz (besser noch von Hartgummi oder Elfenbein), welche die Form eines sechsseitigen Prismas mit drei schmalen und drei breiten Flächen hat (Fig. 1 und 4, Taf. IV). Auf jede der drei schmalen Flächen sind zwei Messingknöpfchen eingeschroben (s. Fig. 4), gegen die sich bei entsprechender Stellung derselben die Federn e f g und h mit einigem Druck legen. Zur Verbindung der Knöpfchen befinden sich auf zwei der breiten Prismenflächen Metallstreifen (Fig. 4) und zwar auf der einen zwei parallele, auf der anderen zwei gekreuzte, die sich an der Kreuzungsstelle natürlich nicht berühren dürfen. Auf der dritten breiten Fläche ist keinerlei Verbindung zwischen den Knöpfchen vorhanden. Die parallelen und gekreuzten Metallstreifen mit den darüber hervorstehenden Knöpfchen haben nun, wie leicht zu ersehen, den Zweck, zwei verschiedene Verbindungen zwischen den Federn e, f, g und h zu bilden.

Liegen die beiden parallelen Streifen oben, wie in Fig. 3, so geht der positive Strom von der Klemme a durch e nach g, und von c ab durch den Schließungsbogen nach d hin, dann aber durch h, f und b zurück nach dem Elektromotor. Wird die Walze hingegen so gedreht, daß die gekreuzten Streifen oben liegen, so bilden diese eine andere Verbindung zwi-

schen den Federn und derselbe Strom nimmt jetzt, wie ein Blick auf Fig. 2 lehrt, in dem Schließungsbogen den entgegengesetzten Weg von der Klemme d nach c.

Um die Walze rasch und sicher in die beiden bezeichneten Stellungen bringen zu können, befindet sich an der Hülse des Handgriffes m eine Scheibe t, die auf einem Dritttheil ihres Umfanges weggefeilt ist (Fig. 1). In den so entstandenen Einschnitt legt sich der in den Ständer i eingeschrobene Stift s. Die Drehung der Walze kann so nicht mehr als 120° betragen, wie es für die beiden äußersten Stellungen verlangt wird.

Soll der Strom ganz unterbrochen werden, so hat man nur nöthig, die Walze in die mittlere Stellung zu drehen, so daß die beiden Knöpfchen 1 und 2 nach oben gerichtet sind. Dann kommen die vier Federn außer aller Berührung mit den Knöpfchen, also auch unter sich außer aller Verbindung. Damit aber auch in dieser Stellung die Walze vor zufälliger Drehung gesichert ist, muß etwas Friction vorhanden sein, die leicht dadurch hervorgebracht werden kann, daß die beiden Ständer i und k sich mit einigem Druck gegen die Walze legen.

In Betreff des Preises endlich bemerke ich, daß auf desfallsige Anfrage unser hiesiger Mechanikus Kulle sich bereit erklärt hat, den Apparat für höchstens 4 Thlr. das Stück sauber und schön gearbeitet zu liefern.

Die pneumatische Depeschenbeförderung zwischen der Central-Telegraphenstation in Berlin und dem Börsengebäude daselbst.

(Hierzu die Kupfertafeln V und VI.)

In allen großen und weitläufig gebauten Städten begegnet die telegraphische Correspondenz dem großen Uebelstand, daß die Bestellung der Depeschen am Orte, von der Telegraphenstation nach der Wohnung des Adressaten, häufig erheblich mehr Zeit in Anspruch nimmt, als die Depesche gebraucht hatte, um aus weiter Ferne auf den Leitungen zum betreffenden Orte zu gelangen. Aehnlich verhält es sich natürlich auch mit der Aufgabe abzusendender Depeschen. Namentlich trifft dieser Mißstand die Börsencorrespondenz schwer, wo ein Zeitverlust von wenigen Minuten verhängnißvolle Folgen haben kann. Hinsichtlich der anderen Correspondenz tritt noch als weitere Folge der Uebelstand hinzu, daß die entfernter

von der Station Wohnenden den näher Wohnenden gegenüber entschieden im Nachtheile sind, indem sie die für sie angekommenen Depeschen später erhalten als jene, während die von ihnen aufgegeben Depeschen den Depeschen näher Wohnender, bei gleichzeitiger Absendung aus der Behausung, in der Reihenfolge der Beförderung nachstehen müssen.

Die Hebung dieser Mißstände bietet große Schwierigkeiten. Man hat in solchen Fällen in einzelnen großen Städten an verschiedenen Punkten Filialstationen errichtet, welche durch Leitungsdräthe theils mit der Centralstation, theils direct mit den von Außen kommenden Leitungen in Verbindung standen, so daß die Depeschen bis zur betreffenden Filialstation telegraphisch befördert werden konnten und nur von hier aus, auf kurze Entfernungen, durch Boten bestellt zu werden brauchten. Diese Einrichtung hat sich indeß, abgesehen von den bedeutenden Kosten, im Allgemeinen nicht bewährt, und ist meist wieder aufgegeben worden, wo nicht besondere locale Verhältnisse für ihre Beibehaltung sprechen. Wenn alle Depeschen auf der Centralstation aufgenommen und neu abtelegraphirt werden, so können, sofern die Filialstationen nicht eine sehr große Zahl von Dräthen und Apparaten besitzen, weit erheblichere Verzögerungen entstehen, als bei der directen Bestellung durch Boten. Wenn aber die Filialstationen durchweg oder theilweise direct mit den auswärtigen Stationen correspondiren, so geht die Uebersicht und die Einheit der Dienstleitung verloren und damit die Möglichkeit über die disponibelen Leitungen zweckmäßig verfügen zu können.

Es sind daher die Filialstationen großer Städte in den meisten Fällen jetzt wesentlich nur Annahme- und Boten-Stationen, die mit der Centralstation durch einen möglichst häufigen und schleunigen Botendienst verbunden sind und auf diesem Wege die bei ihnen aufgegebenen Depeschen zur Station gelangen lassen und auf demselben Wege die angekommenen Depeschen zur weiteren Distribution in ihre nähere Umgebung erhalten, und außerdem vielleicht für dienstliche Avertissements noch eine telegraphische Verbindung mit der Centralstation besitzen. Den Rücksichten auf die Bequemlichkeit des Publikums entspricht diese Einrichtung allerdings vollkommen; für die Beschleunigung der Bestellung aber wird nur dann wesentlich gewonnen, wenn die Beförderungsgelegenheit zwischen Filial- und Centralstation eine sehr schleunige und gleichzeitig eine sehr häufige, wo möglich continuirliche ist.

In London wurde für diesen Zweck schon vor mehreren Jahren Seitens der Electric Telegraph-Company eine sogenannte pneumatische Röhrenpost in Anwendung gebracht, auf ähnlichem Princip beruhend, wie die in dieser Zeitschrift früher (Jahrg. 1864 S. 1) beschriebene Einrichtung zur Beförderung der Depeschen von den Annahmezimmern nach den Apparaträumen der Berliner Centralstation, nur — den gesteigerten Anforderungen entsprechend — vollkommener in der Ausführung; ein genau cylindrischer Röhrenstrang verbindet die beiden Stationen, durch welchen eine die Depesche enthaltende Büchse als Kolben durch einen Luftstrom in der einen oder in der anderen Richtung hindurch getrieben wird.

In Berlin bestehen einstweilen erst zwei der Privatcorrespondenz eröffnete Filialstationen: im Königl. Postgebäude und im Börsengebäude, und auch diese erst seit Verlegung der Centralstation in das neue Telegraphengebäude. Außerdem befinden sich Depeschen-Annahmestellen bei den Stadtposterpeditionen, welche die daselbst aufgegebenen Depeschen durch Stadtbriefpostwagen an die Centralstation abliefern.

Die Filialstation im Postgebäude steht mit der Centralstation durch Drathleitung in



telegraphischer Verbindung. Die Correspondenz dieser Station wird durchweg bei der Centralstation aufgenommen und neu abtelegraphirt.

Die Station im Börsengebäude war ursprünglich auch durch eine mehrdräthige unterirdische Leitung mit der Centralstation verbunden, welche hier während der Börsenstunden mit einer entsprechenden Anzahl von directen nach den wichtigsten Börsenplätzen führenden Leitungen verbunden wurden, so daß die Apparate der Börsenstation direct mit den Stationen der auswärtigen Börsenplätze correspondirten. Es traten bei dieser Einrichtung bald die schon erwähnten Mängel hervor: bald die eine, bald die andere Leitung reichte zeitweise nicht aus, die gerade nach dieser Richtung vorliegende massenhafte Correspondenz zu befördern, während andere Leitungen ganz unbeschäftigt lagen, und zu anderen Zeiten waren wieder diese vorzugsweise in Anspruch genommen. Ueberdies gestattete die Einrichtung nur die Correspondenz mit einer beschränkten Zahl von auswärtigen Stationen; sie entsprach nur den Bedürfnissen der Börsenbesucher; die Station konnte nicht dem großen Publicum eröffnet und als Botenstation für angekommene Depeschen benutzt werden, wie sehr wünschenswerth erschien.

Die oberste Telegraphenbehörde beschloß daher nach längerer Erörterung der Frage, zu Anfang des Jahres 1865 neben der bestehenden telegraphischen, auch eine pneumatische Verbindung zwischen dieser Filiale und der Centralstation herstellen zu lassen.

Die Herren Siemens und Halske legten einen detaillirten und motivirten Entwurf zu einer solchen Anlage vor, der angenommen und dessen Ausführung der genannten Firma in Entrepise übertragen wurde. Die Ausführung geschah im Laufe des nächsten Sommers und Herbstes und am 18. November desselben Jahres konnte die neue Anlage in Betrieb gesetzt werden.

Der Entwurf der Herren Siemens und Halske enthält auch eine Erörterung der theoretischen Grundlagen der Einrichtung unter Beifügung von Versuchen, welche zu dem Zweck angestellt worden.

Wir theilen dieselbe hier zunächst mit, ehe wir uns zur detaillirten Beschreibung der Anlage, wie sie wirklich in Anwendung gekommen ist, wenden. Der betreffende Abschnitt in jenem Entwurfe lautet folgendermaßen:

Die Frage, ob die Beförderung von Briefen, Depeschen ꝛc. durch Röhren vermittelst pneumatischen Druckes in größerem Maßstabe mit Nutzen anwendbar ist und welches die vortheilhafteste Construction der Röhrenleitung, der Stationseinrichtung, der Behälter für zu befördernde Gegenstände und endlich des pneumatischen Apparates ist, hängt wesentlich von dem Gesetze der Bewegung der Luft in den Röhren ab. Ohne dieses genau zu kennen, ohne die Größe der Einwirkung der verschiedenen die Geschwindigkeit der Luftbewegung in allen Theilen der Rohrleitung bedingenden Factoren zu kennen, hat man keine bestimmte Basis für die Construction und tappt im Finstern. Es giebt nun zwar eine Menge von Formeln für die Bewegung von Gasen in Röhren; sie sind aber sämmtlich nur auf Erfahrungen gestützt, welche bei sehr geringem Druck und verhältnißmäßig sehr weiten Röhren gewonnen sind, und erweisen sich für engere Röhren und größere Druckdifferenzen, wie sie zur Erzielung ansehnlicher Geschwindigkeiten nothwendig sind, als unzureichend. Es war daher nöthig, vorerst das Bewegungsgesetz der Gase in Röhren auf experimentellem Wege zu ermitteln.

Die Versuche konnten natürlich in der kurzen disponiblen Zeit nicht mit voller wissenschaftlicher Strenge durchgeführt werden. Man mußte sich auf Röhren von geringem Durchmesser und geringer Länge beschränken und die Druckdifferenz konnte das Maximum von $\frac{1}{3}$ Atmosphäre nicht überschreiten. Da es sich jedoch hier um einen praktischen Zweck handelte, so waren die auf diese Weise erreichbaren Näherungsformeln völlig ausreichend. Die benutzte Methode war folgende:

Es wurden gezogene Bleiröhren von verschiedenem Durchmesser und verschiedener Länge verwendet. Durch eine Pumpe mit Schwungrad und Kurbel, welche entweder als Saug- oder als Druckpumpe oder gleichzeitig als Saug- und Druckpumpe benutzt werden konnte, wurde die Luft in einem im Verhältniß zum Volumen des Pumpenstiefels großen Reservoir verdünnt oder verdichtet. Das Reservoir communicirte durch das Rohr, in welchem die Geschwindigkeit der Luft gemessen werden sollte, mit der Atmosphäre. Der im Reservoir befindliche Druck wurde durch ein Quecksilbermanometer gemessen. Es war nun leicht, die Kurbel der Pumpe so schnell zu drehen, daß der Druck im Reservoir eine constante Größe beibehielt, daß also in derselben Zeit stets eine gleiche Menge Luft in das Reservoir gepumpt wurde, wie das Rohr abführte, oder umgekehrt. Das Rohr endete in einem sorgfältig construirten Gasmesser, welcher genau die Luftmenge angab, die in einer gewissen Zeit das Rohr passirte. Die gemessene Luftmenge, dividirt durch den Querschnitt des Rohres, ergab nun die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft von atmosphärischer Dichtigkeit aus dem Rohre in den Gasmesser trat, wenn im Reservoir ein höherer Druck herrschte, oder umgekehrt die Geschwindigkeit, mit welcher sie in das Rohr eintrat, wenn die Pumpe saugend wirkte. Da stets dieselbe Luftmasse in derselben Zeit aus- und eintreten muß, wenn die Strömung eine gleichförmige geworden ist, so kann man aus der gemessenen Luftmenge vermittelst des Mariotte'schen Gesetzes leicht die Geschwindigkeit derselben am entgegengesetzten Ende der Rohrleitung berechnen. War z. B. die Luft im Reservoir auf $\frac{1}{2}$ Atmosphäre verdünnt, und ergab sich die Geschwindigkeit der Luft von atmosphärischer Spannung beim Eintritt in das Rohr gleich 50 Fuß, so mußte dasselbe Luftquantum beim Austritt in das Reservoir das doppelte Volumen annehmen, die Geschwindigkeit mußte daher hier 100 Fuß groß sein. Ebenso konnte man die Geschwindigkeit in den übrigen Theilen des Rohres durch Messung des Druckes, unter welchem die Luft die betreffende Stelle passirt, mittelst eingeschalteter Manometer bestimmen: Durch Wiederholung dieser Versuche mit Röhren von gleichem Durchmesser und verschiedener Länge, sowie mit Röhren von gleicher Länge und verschiedenem Durchmesser wurde nun der Einfluß der Länge und des Durchmessers auf die Bewegungsgeschwindigkeit der Luft ermittelt, um so schließlich zur Bestimmung derselben als Function des Anfangs- und Enddrucks und der Röhrendimensionen, nebst einer von der Natur der innern Röhrenfläche abhängigen Constanten zu gelangen.

In dem Anhange sind einige der zahlreichen Versuchsreihen, welche angestellt wurden, aufgeführt. Dieselben führten zu folgender Formel für die Endgeschwindigkeit $v_{,}$ der Luft im Rohre, aus welcher sich dann die Anfangsgeschwindigkeit $v_{,,}$ und allgemein die Geschwindigkeit v an irgend einem Punkte in der Entfernung x, vom Anfang des Rohres gemessen, endlich noch die mittlere Geschwindigkeit $v' = \frac{v_{,} + v_{,,}}{2}$ ergiebt. Darin bezeichnet l die Länge des

Rohres, d dessen lichten Durchmesser, h den Druck der Luft beim Eintritte, $h_{,}$ den Druck derselben beim Austritte, also $h - h_{,}$ den wirksamen Ueberdruck, endlich α die vorhin erwähnte Constante.

I. Die Endgeschwindigkeit: $v_{,} = \alpha \cdot \frac{h - h_{,}}{h} \cdot \sqrt{\frac{d}{l}}$.

II. Die Anfangsgeschwindigkeit: $v_{,,} = \alpha \cdot h_{,} \frac{(h - h_{,})}{h^2} \cdot \sqrt{\frac{d}{l}}$.

III. Die Geschwindigkeit in der Entfernung x vom Rohranfang:

$$v = \alpha \cdot \frac{(l - x)\, h_{,} + xh}{l} \cdot \frac{h - h_{,}}{h^2} \cdot \sqrt{\frac{d}{l}}.$$

VI. Die mittlere Geschwindigkeit: $v' = \alpha \cdot \frac{h^2 - h_{,}^2}{2h^2} \cdot \sqrt{\frac{d}{l}}$.

Wie die Versuchsreihen ergaben, sind diese Formeln nur Näherungsformeln. Die mittlere Geschwindigkeit der Luft nimmt in Wirklichkeit schneller zu, wie die Wurzeln aus den Rohrdurchmessern. Diese Abweichung rührt wahrscheinlich von der auf der Röhrenwand durch Molekularanziehung festgehaltenen und den Querschnitt vermindernden Luftschicht her, die bei engen Röhren nicht außer Betracht zu lassen ist. Da der hierdurch entstehende Fehler eine größere Geschwindigkeit der Luft in weiteren Röhren bedingt, also bessere Resultate in Praxi hervorbringt, wie die Rechnung ergiebt, so konnte darüber fortgegangen werden.

Die in den Formeln vorkommende, von der Natur der innern Rohrfläche abhängige Constante α ergiebt sich aus den Versuchsresultaten = 15950. Berechnet man mit Benutzung dieser Zahl die mittlere Geschwindigkeit der Luftbewegung in einem Rohre von 13000 Fuß Länge und 3 Zoll Durchmesser für eine Druckdifferenz von 1 Atm., so erhält man

1) bei einer Atmosphäre Ueberdruck
 also $h = 2$
 $h_{,} = 1$ Atm. eine mittlere Geschwindigkeit von 26,2′ pro Secunde,
2) bei einer Atmosphäre Unterdruck
 also $h = 1$
 $h_{,} = 0$ Atm. eine mittlere Geschwindigkeit von 35,0′ pro Secunde,
3) bei $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Ueber- und $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Unterdruck
 also $h = 1\frac{1}{2}$
 $h_{,} = \frac{1}{2}$ Atm. eine mittlere Geschwindigkeit von 31,1′ pro Secunde.

Es ergiebt sich aus dem Vorstehenden, daß man auch bei langen Röhrenleitungen von mäßiger Weite mit praktisch ausführbaren Druckdifferenzen eine ausreichende Geschwindigkeit der Luftbewegung im Rohre erzielen kann. Richtet man den Behälter für die zu transportirenden Gegenstände so ein, daß er mit sehr geringer Reibung das Rohr durchläuft, so ist die Geschwindigkeit der Depeschenbeförderung nahezu zusammenfallend mit der der Luftbewegung.

Von dem geringen Trägheitsmoment der Masse des Behälters kann man hierbei, ebenso wie von der Trägheit der Luft selbst ganz absehen, da beide Kräfte gegen die zu überwindende Reibung der Luft im Rohre fast vollständig verschwinden. Ganz anders würde sich aber das Verhältniß herausstellen, wenn der Behälter der Depeschen eine in Betracht kommende Kraft zur Fortschiebung im Rohre in Anspruch nähme. In diesem Falle müßte hinter



dem Behälter eine um so viel größere Kompression der Luft stattfinden, wie vor demselben, daß der Druckunterschied den Reibungswiderstand des Behälters an der Rohrwand kompensirte. Dies würde unter sonst gleichen Verhältnissen eine sehr wesentliche Geschwindigkeitsverminderung hervorbringen. Namentlich würde dieser Nachtheil bei verhältnißmäßig engen Röhren eintreten. Es ist daher nothwendig, den Depeschenbehälter möglichst ohne Reibungswiderstand, also auf Rädern von möglichst großem Durchmesser laufen zu lassen. Die Dimensionen der Rohrleitung sind durch das Bedürfniß bedingt. Da die Geschwindigkeit nur wie die Wurzeln der Rohrdurchmesser — unter sonst gleichen Verhältnissen — zu und wie die Wurzeln aus den Rohrlängen abnimmt, so kann man, ohne die Druckverhältnisse an den Rohrenden zu ändern, die Beförderung auf pneumatischen Wege soweit ausdehnen, als man den Durchmesser proportional der Länge des Rohrs vergrößern kann. Durch ein doppelt so weites Rohr kann man also die doppelte Entfernung bei gleichen Druckverhältnissen mit gleicher Geschwindigkeit durchlaufen.

Zu dem vorliegenden Zwecke, der Beförderung telegraphischer couvertirter Depeschen wird ein Rohrdurchmesser von 3 Zoll ausreichen, da man den Couverts keine größere Breite als 2 bis höchstens $2\frac{1}{2}$ Zoll zu geben braucht.

Zur Hin- und Herbeförderung der Depeschen könnte man nur ein einfaches Rohr benutzen, indem man durch die auf der Centralstation aufgestellte Maschine ein Reservoir evacuiren und ein anderes mit komprimirter Luft anfüllen ließe und dann das Ende der Rohrleitung, je nachdem man den Depeschenbehälter heranholen oder fortsenden wolle, mit dem einen oder andern Reservoir in Verbindung setzte. Eine solche Einrichtung würde aber, selbst abgesehen von den bedeutenden Dimensionen, welche die Reservoire haben müßten, nur eine geringe Leistungsfähigkeit haben und wäre nicht entwickelungsfähig. Das Bedürfniß wird sich nämlich bald herausstellen, dieselbe Rohrleitung zur pneumatischen Communication mit mehren Stationen zu benutzen, die ursprünglich angelegte Rohrleitung also zu verlängern und die bisherige Endstation für weiter gehende Depeschen zur Durchgangsstation zu machen. Es empfiehlt sich daher, die Einrichtung gleich so zu machen, daß dieser wenn auch ferner liegende Zweck sich erreichen läßt. Es wird daher vortheilhaft sein, gleich zwei Röhren zu legen, von denen die eine stets zum Geben, die andere zum Empfangen der Depeschen benutzt wird. Sollen dann später noch andere Stationen eingeführt werden, so wird bei der außerdem zu erwartenden beträchtlichen Steigerung des Depeschenverkehrs ein schnelles Aufeinanderfolgen der Sendungen nothwendig werden. Um dies ermöglichen zu können, muß die Einrichtung so getroffen werden, daß die von der Centralstation ausgehende und zu ihr zurückkehrende Röhrenleitung als eine von der Centralstation ausgehende und zu ihr zurückkehrende Kreisleitung formirt wird. Durch diese Luftleitung muß durch die Pumpe der Centralstation ein permanenter Luftstrom getrieben werden, der den irgendwo in die Röhre eingeführten Depeschenwagen ergreift und event. durch die übrigen Stationen hindurch, zur Centralstation führt, wenn nicht eine andere Station, durch den telegraphischen Signalapparat dazu aufgefordert, dieselben vorher in Empfang nimmt. Wie das auszuführen ist, soll später auseinandergesetzt werden.

Wenn es sich aber auch schon aus diesem Grunde empfiehlt, Kreisleitungen in Anwendung zu bringen, welche von einem permanenten Luftstrom durchlaufen werden, so sprechen

dafür doch auch noch andere gewichtige Gründe. Wie sich aus der Formel IV. ergiebt, hängt die mittlere Geschwindigkeit der Luftbewegung von dem Faktor $\frac{h^2 - h_i^2}{h^2}$ ab, bleibt also unverändert, wenn h und h_i und also auch ihre Differenz, proportional vermindert werden. Die durch die Pumpe auszuführende Arbeit ist aber direct proportional der Dichtigkeit der zu comprimirenden Luft, nimmt also mit h, gleichmäßig ab. Ist mithin die Kreisleitung luftdicht hergestellt und die Einrichtung der Art getroffen, daß man die mittlere Dichtigkeit im Rohre beliebig vermindern kann, so erspart man in gleichem Verhältniß an Arbeitskraft.

Anhang.

Die von uns zur Prüfung resp. Berichtigung der bereits aufgestellten Formeln angestellten Versuche sind in folgenden Tabellen zusammengetragen:

Tabelle I.

Abhängigkeit der Endgeschwindigkeit von dem Drucke.

1) Einerseits Ueberdruck, andererseits atmosphärischer Druck.

$h - h_i$ in Centim. 1.	$\frac{h - h_i}{h}$ 2.	Q. in Kubik-Fuß 3.	Geschwindigkeit beobachtet 4.	Geschwindigkeit berechnet 5.
16	0,174	0,47	22,6	22,0
18	0,192	0,51	24,6	24,3
20	0,208	0,55	26,6	26,2
22	0,225	0,59	28,6	28,4
24	0,240	0,64	30,5	30,2
26	0,255	0,67	32,2	32,1
28	0,270	0,71	34,0	34,0

Bei obigen Beobachtungen wurden die Apparate so gestellt, daß aus einem Reservoir in unmittelbarer Verbindung mit der Luftpumpe Luft, deren Spannung mittels eines Quecksilbermanometers gemessen wurde, durch die Röhrenleitung und endlich durch den Gasmesser in die Atmosphäre floß. Während deß wurde von Zeit zu Zeit der Barometerstand beobachtet und derselbe ergab sich als konstant ($0,76^m$). Das zum Versuche dienende Bleirohr hatte eine Länge von 348′ preuß. und einen Durchmesser von $\frac{1}{4}$″ preuß. Die Col. 1. giebt die Differenzen der Drucke an den beiden Enden des Rohres an, die Col. 2. das Verhältniß dieser Differenzen zum größern Druck, die Col. 3. die in einer Minute durchfließende Quantität Luft, die Col. 4. die entsprechenden beobachteten und Col. 5. die berechneten Geschwindigkeiten in Fußen pro Secunde.

Die Letzteren sind unter der Voraussetzung berechnet, daß die Geschwindigkeiten im geraden Verhältniß der Druckdifferenzen und im umgekehrten Verhältniß des größern Drucks stehen. Diese Annahme ist, wenn auch nicht ganz richtig, so doch innerhalb unserer Bedürfnisse ohne bedeutenden Fehler zulässig. Dieses einfache Verhältniß ist daher anwendbar, weil die theoretischen Werthe mit einem veränderlichen (und zwar mit dem Wachsen des Druckes abnehmenden) Erfahrungs-Coëfficienten zu multipliciren sind, um die beobachteten Werthe zu erhalten.

Tabelle II.

Abhängigkeit der Geschwindigkeit vom Drucke.

2) Einerseits Ueberdruck, andererseits Unterdruck.

Nr.	Druck in Centim.	Quantität der durchströmenden Luft		
		in der Mitte	am Ende	berechnet
1.	2.	3.	4.	5.
I.	± 7	0,186	0,205	0,201
II.	± 10	0,240	0,277	0,270
III.	± 12	0,267	0,317	0,311
IV.	± 16	0,313	0,396	0,396

Zu diesen Versuchen mag noch bemerkt werden:

Der Gasmesser befand sich in der Mitte des Bleirohres und es wurde der Druck in der Mitte und im verdünnten Raume gemessen. Durch längeres Pumpen waren wir im Stande, in der Mitte des Rohrs den atmosphärischen Druck constant zu erhalten. Für diesen Fall wurden alsdann die Messungen gemacht und da das Gesetz, daß der Druck in einem Rohre proportional der Länge abnimmt, als richtig angenommen wurde, so schlossen wir bei beobachtetem atmosphärischen Druck in der Mitte des Rohres auf einen Ueberdruck im verdichteten Raume gleich dem gemessenen Unterdruck im verdünnten Raume. Die Col. 3. giebt die in der Mitte des Rohres gemessenen Quantitäten bei atmosphärischem Druck, die Col. 4. die daraus mit Anwendung des Mariotte'schen Gesetzes berechneten Ausflußquantitäten (in den verdünnten Raum). Die Col. 5. enthält die berechneten Ausflußquantitäten, indem jede Nummer aus nächst folgenden berechnet ist.

Tabelle III.

Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Länge des Rohres.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Nr.	$h-h_{,}$ in Zollen	Durchmesser in Zollen	Länge in Fußen	Q. in Kubikfuß	Geschwindigkeit beobachtet	Geschwindigkeit berechnet
1	6	0,25	112	0,7	34,3	34,3
2	—	—	84	0,8	39,2	39,6
3	—	—	56	1,0	49,0	48,7
4	—	—	28	1,4	68,6	68,6

Tabelle IV.

Abhängigkeit der Geschwindigkeit vom Durchmesser des Rohres.

Nr.	$h-h_{,}$	Länge	Durchmesser	Q.	Geschwindigkeit beobachtet	Geschwindigkeit berechnet
1	12	100′	6,75	0,860	42,1	42,1
2	—	—	5,20	0,450	36,4	36,9
3	—	—	3,25	0,185	27,0	26,0
4	10	—	6,75	0,810	39,6	39,6
5	—	—	5,20	0,401	32,2	34,6
6	—	—	3,25	0,161	23,4	24,4

Bemerkungen zu Tabelle III. und IV.

Die Längen der Röhren und deren Durchmesser wurden direct gemessen. In Tabelle III. giebt die Col. II. die Differenz $h-h_{,}$ in Quecksilberzollen an, während $h-h_{,}$ in der Tabelle IV. in Quecksilbercentimeter aufgeführt ist. Die in der Tabelle III. Col. VII. enthaltenen Zahlen sind sämmtlich aus der ersten Geschwindigkeit (34,4) berechnet, unter der Annahme, daß die Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Länge verhalten. Die in Col. VII. der Tabelle IV. enthaltenen Zahlen sind Nr. 2 und 3 nach Nr. 1 und Nr. 5 und 6 nach Nr. 4 berechnet und ergeben das Gesetz, daß die Geschwindigkeiten im geraden Verhältniß der Quadratwurzeln der Durchmesser des Rohres stehen.

Resultate.

Es ergiebt sich hieraus für die Ausflußgeschwindigkeit der Luft aus einer cylindrischen Röhrenleitung der Werth:

$$1)\quad v_{,} = \alpha \cdot \frac{h - h_{,}}{h} \sqrt{\frac{d}{l}},$$

in welcher Formel l die Länge des Rohres, d der Durchmesser desselben, h der größere und $h_{,}$ der kleinere Druck, endlich α eine Constante bedeutet. Berechnet man nach dieser Formel mit Hülfe der in den obigen Tabellen enthaltenen Data den Werth der Constanten, so erhält man für dieselbe:

$$2)\quad \alpha = 15950.$$

Unter Anwendung des Mariotteschen Gesetzes kann man von der Ausflußgeschwindigkeit auf die Eintrittsgeschwindigkeit schließen. Das Mittel aus diesen beiden ergiebt alsdann die für uns maßgebende mittlere Geschwindigkeit der Luft in einer Röhrenleitung. Man findet diese mittlere Geschwindigkeit:

$$3)\quad v_{,} = \alpha \cdot \frac{h^2 - h_{,}^2}{2h^2} \cdot \sqrt{\frac{d}{l}}.$$

Nach Formel 2. sind die mittleren Geschwindigkeiten der Luft in Röhren von 13000 Fuß Länge (die doppelte Entfernung zwischen der Central- und der vorgeschlagenen Endstation der projectirten Linie) von verschiedenem Durchmesser und mit Anwendung von

a) 1 Atmosphäre Ueberdruck,
b) 1 Atmosphäre Unterdruck,
c) ½ Atmosphäre Ueber- und ½ Atmosphäre Unterdruck folgende:

Durchmesser von Zoll	Mittlere Geschwindigkeit		
	1 Atm. Ueberdruck	1 Atm. Unterdruck	½ Atm. Ueberdruck ½ Atm. Unterdruck
2½	23,9	32,0	28,4
3	26,2	35,0	31,1
3½	28,3	37,8	33,6
4	30,3	40,4	35,9

Diesen Grundsätzen gemäß ist die Ausführung erfolgt, wie auf Tafel V in Figur 1 schematisch dargestellt. Zwischen dem neuen Telegraphengebäude in der Französischen Straße und dem Börsengebäude in der Burgstraße sind nebeneinander, 2 bis 3 Fuß tief unter dem Straßenpflaster zwei Stränge o und p von gezogenen schmiedeeisernen Röhren von 2¼ Zoll lichter Weite gelegt. Im Börsengebäude stehen dieselben wenige Fuß von ihren Enden durch ein Zwischenrohr t mit einander in Verbindung, während die Enden selbst durch Hähne oder Ventile geschlossen sind.

Im Telegraphengebäude communicirt der Röhrenstrang o durch ein etwa 5 Fuß von dessen Ende abzweigendes und durch den Hahn X absperrbares Rohr m mit einem Reser-

voir C mit comprimirter Luft, der Röhrenstrang p dagegen durch das etwa 1 Fuß von seinem Ende abzweigende, mit dem Hahn Z versehene Rohr n mit einem anderen Reservoir V, in welchem die Luft evacuirt ist. Die Enden der Röhren sind auch hier verschlossen und zwar das Ende des Röhrenstranges o durch die Hähne l und h; das Ende des Stranges p aber durch das Klappenventil g, welches später indeß ebenfalls durch einen Hahn ersetzt worden ist. Zwischen den beiden Reservoiren V und C ist die Luftpumpe (Cylindergebläse) L eingeschaltet, welche die Luft aus dem Reservoir V schöpft und in das Reservoir C hineintreibt. Zum Betriebe dieser Pumpe ist im Souterrain des Telegraphengebäudes eine Dampfmaschine von 10 bis 12 Pferdekräften mit liegendem Cylinder aufgestellt, deren Dampfkolbenstange auf ihrer Verlängerung direct den Luftpumpenkolben trägt. Geht der Luftpumpenkolben in der Richtung der Pfeile, so heben sich die Ventile 2 und 4; die Luft wird von dem Kolben nach d hin comprimirt, durch das geöffnete Ventil 4 in die Kammer k und aus dieser durch das Verbindungsrohr c, in das Reservoir C getrieben, während in das hinter dem Kolben entstehende Vacuum Luft aus dem Reservoir V durch das Ventil 1 zuströmt. Beim Rückgang des Kolbens schließen sich die Ventile 1 und 4, dagegen öffnen sich die Ventile 2 und 3; die im Pumpenstiefel vor dem Kolben vorhandene Luft wird also nun durch das Ventil 3 wiederum in das Reservoir C getrieben, während die Pumpe jetzt durch das Ventil 2 aus dem Reservoir V schöpft. Es wird also stets, beim Hingange wie beim Rückgange des Kolbens, die Luft in dem Reservoir V verdünnt und im Reservoir C comprimirt. Beide Reservoire communiciren aber mit einander durch die Röhrenstränge o und p und das Verbindungsrohr t; die aus V in das Reservoir C gepreßte Luft wird also auf diesem Wege stets wieder in das Reservoir V zurückströmen und es entsteht mithin, wenn die Pumpe arbeitet, ein continuirlicher Luftstrom von C durch das Rohr o zur Börse hin, hier durch das Zwischenrohr t zum Rohre p und durch dieses zurück nach dem Reservoir V.

Bringt man einen Depeschenwagen — d. h. eine mit Rädern versehene, zur Aufnahme der zusammengerollten Depeschenniederschrift eingerichtete cylindrische Büchse von unten näher zu beschreibender Construction, welche wie ein Stempel in den Röhrenstrang paßt — an irgend einer Stelle in das Röhrensystem, so wird er von dem Luftstrome erfaßt und bis ans Ende des betreffenden Stranges mit fortgeführt. Man kann also in dieser Weise den Depeschenwagen durch das Rohr o von dem Telegraphengebäude nach der Börse und durch das Rohr p von der Börse nach dem Telegraphengebäude befördern.

Um den Grad der Compression der Luft im Reservoir C und der Verdünnung in V controliren zu können, sind beide Reservoire mit passend construirten Manometern versehen. Außerdem besitzt C ein nach Außen, V ein nach Innen sich öffnendes Sicherheitsventil rr von 2 Zoll Durchmesser, durch deren Belastung man die Spannung der Luft in den Reservoiren auf gewissen Grenzen halten und somit die Geschwindigkeit des Wagens reguliren kann. Ist die Belastung dieser Ventile für eine gewünschte Geschwindigkeit des Wagens einmal ausprobirt, so darf man diese Belastung nicht willkürlich ändern, weil dadurch selbstredend auch die Geschwindigkeit des Wagens eine andere werden würde.

Zum Einbringen der Depeschenwagen dient im Telegraphengebäude das über den Abzweigungspunkt des Verbindungsrohres m hinausragende Ende mA des Röhrenstranges o. Dies Röhrenstück ist, wie schon erwähnt, mit zwei Hähnen l und h versehen, deren Durch-

bohrung genau dem Lumen der Röhren entspricht, so daß sie, wenn geöffnet, die Depeschenwagen hindurchlassen, und deren Abstand von einander etwas größer als die Länge eines Depeschenwagens ist, so daß ein solcher zwischen ihnen bequem in der Röhre Platz findet; für gewöhnlich sind diese Hähne geschlossen. Das äußerste Rohrende jenseits h bis A ist der Länge nach aufgeschlitzt und zu einer oben offenen Mulde aufgebogen. In diese Mulde wird der abzusendende Depeschenwagen gelegt, und da die Röhre von A gegen den in der Erde liegenden Strang o etwas Fall hat, so rollt er abwärts bis vor den noch geschlossenen Hahn h. Nun wird dieser Hahn geöffnet; der Depeschenwagen rollt hindurch und bis vor dem Hahn l, und nachdem endlich der Hahn h wieder geschlossen und der Hahn l geöffnet worden, geht der Wagen auch durch diesen Hahn und rollt in das unterirdische Rohr o hinab, und sobald er dabei die Einmündungsstelle des Rohres m passirt hat, wird er vom Luftstrome erfaßt und durch das Rohr bis zur Börsenstation hin geführt. Hier angekommen, tritt er nicht in das engere Verbindungsrohr t ein, sondern setzt seinen Weg in gerader Richtung durch die Verlängerung des Rohres o fort, stößt am Ende desselben, vermöge der erlangten Geschwindigkeit, die Klappen des Ventils g' auf und fliegt in das davor befindliche Rohr a des Fängers F', aus welchem er endlich herausgenommen werden kann. In ähnlicher Weise geschieht die Sendung der Depeschen von der Börse nach dem Telegraphengebäude durch den anderen Röhrenstrang p, welcher zu dem Ende in der Börsenstation die Hähne l' und h' nebst der offenen Mulde A', in der Station im Telegraphengebäude dagegen das Abschlußventil g nebst dem Fänger F besitzt.

Der Fänger ist in dem Schema auf Tafel V in seiner ursprünglichen, seitdem verlassenen, Construction skizzirt. Er bestand aus einem etwa 2 Fuß langen, an einem Ende geschlossenen Rohr, etwas weiter als das Rohr o, welches, in Verlängerung des Röhrenendes liegend, dem Ventile g, sein offenes Ende zukehrte und dessen hinteres Ende bis zum Boden mit einem Kautschukbuffer gefüllt war; dasselbe war an zwei Armen um die vertikale Axe i, drehbar, wurde aber durch eine starke auf diese Axe aufgeschobene Spiralfeder mit seinem offenen Ende gegen g' gelegt. Der Stoß des durch das geöffnete Ventil g, in das Rohrstück a' fliegenden Depeschenwagens bewirkt, daß dieses Rohr um die Axe i, sich dreht und dadurch die Spiralfeder stärker anspannt, bis der Widerstand derselben der Flugkraft des Wagens Gleichgewicht hält. Eine Sperrvorrichtung verhinderte das Rückschlagen des Fängers; erst nachdem der Wagen herausgenommen worden, löste man durch einen Hebel die Sperrklinke aus, worauf der Fänger seine alte Stellung, dem Rohrende gegenüber, wieder einnahm.

Die Construction der Doppelklappenventile g g, ist aus Figur 4 ersichtlich. Ein solches Ventil war eigentlich nur am Ende des Stranges p in der Station des Telegraphengebäudes unerläßlich, und hier wurde es durch den Ueberschuß des äußeren atmosphärischen Druckes geschlossen gehalten und auch nach dem Durchgange des Depeschenwagens wieder geschlossen. Auf der Börsenstation war ein solches Ventil eigentlich nicht nöthig, weil hier — in der Mitte der Rohrschleife — der Luftdruck im Rohre derselbe ist, wie außerhalb, so daß es nichts schadet, wenn hier die Röhre mit der äußeren Luft communicirt. Der Sicherheit wegen war gleichwohl auch hier ein solcher Ventil vorhanden, deren Klappen aber hier durch Federn gegen den Ventilsitz gedrückt werden mußten.

Die Construction des Fängers hat in der ersten Zeit nach Inbetriebstellung der An-



lage am meisten Schwierigkeiten veranlaßt. Die Geschwindigkeit mit der die Depeschenwagen auf der Bestimmungsstation ankamen, war, selbst bei langsamstem Gange der Dampfmaschine so groß, daß bei ihrem Zusammenstoß mit dem Fänger häufig bald der Wagen, bald der Fänger und namentlich die Feder desselben, Schaden litt; wurde aber die Geschwindigkeit der Beförderung mehr vermindert, so kam es wohl vor, daß die von der Börse kommenden Depeschenwagen bei der Ankunft im Telegraphengebäude nicht im Stande waren, das Ventil g kräftig genug aufzuschlagen und dann von den wieder zuschlagenden Klappen desselben gefaßt und festgehalten wurden. Man hat daher diesem Theile der Anlage, nach mehrfachen Abänderungen der ursprünglichen Idee, schließlich die Einrichtung gegeben, welche auf Tafel VI abgebildet ist.

Auf Tafel VI ist die gegenwärtige Einrichtung der Station im Souterrain des Telegraphengebäudes in $\frac{1}{12}$ der wirklichen Größe dargestellt. Fig. 1 ist eine Seitenansicht, Fig. 2 Oberansicht der Beförderungsvorrichtung; Fig. 3, 4 und 5 sind Details im selben Maßstabe. Die Dampfmaschine nebst der Luftpumpe und die Reservoire V und C befinden sich in einem benachbarten Souterrainraume. Die Verbindungsröhren dieser Reservoire mit den Rohrsträngen sind unter dem Fußboden bis zu den Stutzen m_2 und n_2 geführt, und steigen von hier zu den betreffenden Röhren in die Höhe, wie aus Figur 1 und 2 ersichtlich. In dem horizontalen, unter dem Fußboden liegenden Theilen besitzt jede dieser Röhren ein Absperrventil, das beim gewöhnlichen Betriebe offen ist; durch Drehen der Räder v v, können diese Ventile geschlossen werden. Etwas oberhalb der Stutzen m_2 n_2 ist ferner zwischen den Röhren m und n der Hahn Y eingeschaltet, der bei normalem Betriebe stets geschlossen ist, nöthigen Falles aber die Herstellung einer Zwischenverbindung zwischen den beiden Röhren gestattet. Näher an den Beförderungsröhren o und p befinden sich endlich die Absperrhähne X im Rohre m und Z im Rohre n, welche bei normalem Betriebe stets offen sind. Den Gebrauch dieser Hähne und Ventile werden wir später kennen lernen.

Die Verbindungsröhren m und n sind nicht direct in die Röhren o und p eingeführt, weil in den dabei entstehenden größeren Löchern die Depeschenwagen sich stoßen oder festklemmen könnten; sie münden vielmehr in die etwas weiteren Mantelstücke M und N, welche die hier mit vielen feinen Löchern durchbohrten Röhren luftdicht umschließen, wie aus Figur 5 ersichtlich.

Die Function der Hähne l und h und der Mulde A ist schon oben angegeben; ihre Construction bietet nichts Ungewöhnliches dar und ist aus den Figuren 1 und 2 ohne Beschreibung zur Genüge ersichtlich. Zu erwähnen ist nur, daß vermöge eines einfachen Mechanismus beim Oeffnen des Hahnes l ein Stab, der eine mit gefärbtem Papier beklebte Scheibe trägt, sich aufrichtet und beim Schließen dieses Hahnes sich wieder niederlegt und dann durch das Rohr o dem Auge des Beamten fast verdeckt ist. Dadurch wird es dem den Betrieb besorgenden Personal möglich, selbst aus einiger Entfernung auf den ersten Blick zu erkennen, ob der Hahn l offen oder geschlossen ist. Es ist nämlich, obwohl es theoretisch keinerlei Bedenken hat, zwei Wagen in kurzen Intervallen einander folgen zu lassen, so daß beide gleichzeitig im Rohre sich bewegen, doch der größeren Sicherheit wegen bis jetzt der Betrieb so geregelt, daß immer nur ein Depeschenwagen im Rohre sich befindet, daß also kein Wagen früher abgelassen werden darf, ehe nicht die Ankunft seines Vorgängers auf der fernen Station von dort zu-

rückgemeldet worden; und um zu verhüten, daß nicht durch ein zufälliges Versehen gegen diese Regel gefehlt werden kann, ist angeordnet, daß der Hahn l offen bleiben muß, bis die Ankunft des Wagens von der fernen Station signalisirt worden. Zu derartigen Signalen und anderweitiger gelegentlicher Dienstcorrespondenz ist gleichzeitig mit den Röhrensträngen ein mehrdräthiges Kabel verlegt worden, dessen Leitungen in gewöhnlicher Weise an einem Morseschlüssel und ein Relais geschaltet, welches durch Anschlagen an eine Glocke hörbare Zeichen giebt. Sobald nun Behufs Absendung eines Depeschenwagens der Hahn l geöffnet worden, wird durch dreimaliges Niederdrücken des Schlüssels die ferne Station avertirt; diese meldet ihrerseits durch einen einzelnen Glockenschlag, wenn der Wagen dort angekommen ist, und nach Ertönen dieses Rückmeldungssignals wird Hahn l auf der sendenden Station geschlossen und der Apparat ist nun wieder bereit zur Absendung eines neuen Wagens.

Der am Ankunftsende des Rohres p befindliche Depeschenfänger hat, wie schon erwähnt und wie aus den Abbildungen auf Tafel VI erhellt, eine von der ursprünglichen ganz abweichende Einrichtung erhalten. An die Stelle des Klappenventiles g ist ein Hahn G getreten, dessen Konus eine dem Lumen des Röhrenstranges entsprechende Durchbohrung besitzt, die bei Oeffnung des Hahnes den Depeschenwagen den Durchgang gestattet. Unmittelbar an den Flansch dieses Hahnes schließt sich ein viereckiger, durch den um Charniere beweglichen Deckel D luftdicht schließbarer gußeiserner Kasten F; die Innenwände dieses Kastens sowie des Deckels D sind mit steifen Bürsten besetzt, die nach Hinten allmählig weiter zusammentreten, wie die Detailzeichnungen Fig. 3 und 4 angeben. Der zwischen diesen Bürsten bleibende offene Raum ist beträchtlich enger als der äußere Durchmesser der Depeschenwagen, so daß diese nur unter Umbiegung der Borsten in diesen Kasten eindringen können und durch die dadurch verursachte Reibung bald zum Stillstand gebracht werden. Der hintere Fortsatz des Kastens, φ, enthält überdies noch einen Kautschukbuffer.

Wenn der Hahn G offen und der Deckel D geschlossen ist, so communicirt der Raum im Fängerkasten mit dem Vacuumreservoir V und der Deckel wird dann schon durch den Ueberdruck der Atmosphäre geschlossen gehalten. Zur größeren Sicherheit indeß ist die Handhabe H des Hahnes durch eine gegliederte Hebelvorrichtung so mit dem um e drehbaren Hebel H_8 verbunden, daß dieser sich beim Oeffnen des Hahnes mit seinem oberen hakenförmigen Ende über den Knopf des Deckels D legt und diesen fest zudrückt, beim Schließen des Hahnes G aber jenen Knopf freiläßt. Der Conus des Hahnes besitzt überdies neben der schon erwähnten noch eine feine Seitendurchbohrung, welche den Raum im Fängerkasten mit der äußeren Luft in Communication setzt, sobald der Hahn gegen den Röhrenstrang geschlossen wird. Es kann also nach Schließung des Hahnes G der Deckel D ohne Schwierigkeit geöffnet werden. Um einem zufälligen Drehen des Hahnes G vorzubeugen, ist auf dem Mantel desselben eine Feder f angebracht, welche mit einer Nase in einen Ausschnitt des Hahnkegels einfällt und diesen festhält; diese Feder muß erst mit der linken Hand etwas gehoben werden, ehe man den Hahn G mittelst der Handhabe H drehen kann.

Neben dem Hahne G ist auf der Röhre p ein niederlegbares Stäbchen angebracht, welches eine ähnliche Scheibe trägt, wie die schon erwähnte mit dem Hahne l verbundene. Sobald von der fernen Station das Signal erfolgt, daß ein Depeschenwagen abgesendet worden, wird diese Scheibe aufgerichtet und der Hahn G geöffnet, wenn er etwa zufällig geschlossen

war. Nach der Ankunft des Depeschenwagens, die mit sehr vernehmlichem Geräusch erfolgt, wird jene Scheibe niedergeklappt, der Hahn G geschlossen, der Fängerkasten geöffnet und der angekommene Wagen herausgenommen.

Die Station im Börsengebäude hat eine ganz ähnliche Einrichtung; nur fehlen daselbst mit der Luftpumpe und den Reservoiren V und C auch die Verbindungsröhren m und n mit ihren verschiedenen Hähnen und Ventilen und sind durch ein kurzes Rohr t ersetzt, welches die Mantelstücke M und N direct mit einander verbindet.

Beide Endstationen der pneumatischen Röhrenpost befinden sich in den Souterrainräumen der betreffenden Gebäude. Im Börsengebäude wird die Verbindung der pneumatischen Station mit den im Erdgeschosse befindlichen Büreauräumen durch einen über Riemenscheiben, die mit Handkurbeln gedreht werden, gelegten und durch ein System von Rollen passend geleiteten und gespannten in sich zurücklaufenden Riemen bewirkt, der an zwei Stellen Taschen zur Aufnahme der Depeschen besitzt. Im Telegraphengebäude hat die pneumatische Station nur mit dem 3 Treppen hoch gelegenen Apparatsaale zu communiciren; dies geschieht durch eine pneumatische Röhrenverbindung, ganz ähnlich der im Jahrgang 1864 S. 1 dieser Zeitschrift beschriebenen, welche den Apparatsaal mit den Annahme- und Expeditionsräumen verbindet; mit dem einzigen Unterschiede, daß der dazu erforderliche Luftstrom nicht mit einem Blasebalg erzeugt wird, sondern durch Entnahme von comprimirter Luft aus dem Reservoir C, welches zu dem Ende durch ein mit einem Hahn versehenes Rohr mit dem unteren Ende des pneumatischen Beförderungsrohres in Verbindung steht. Als Hülsen der zu befördernden Depeschen werden dabei verschlossene Blechbüchsen verwendet, die an beiden Endflächen mit dicken Filzscheiben von etwas größerem Durchmesser armirt sind. Diese Hülsen haben in der etwas weiteren Büchse der Depeschenwagen bequem Raum, so daß die Depeschen aus den Hülsen nicht herausgenommen zu werden brauchen, sondern mit diesen vom Telegraphengebäude nach der Börse oder die abzusendenden umgekehrt von der Börse nach dem Telegraphengebäude und hinauf in den Apparatsaal befördert werden können.

Wenden wir uns nun zum Depeschenwagen; ein solcher ist in Fig. 2 Tafel VI in $\frac{2}{5}$ der wirklichen Größe abgebildet. Den mittleren, zur Aufnahme der Depeschenhülse bestimmten Theil des Wagens bildet eine gezogene Messingröhe U von $7\frac{5}{8}$ Zoll Länge, $1\frac{3}{4}$ Zoll äußerem Durchmesser und reichlich $\frac{1}{32}$ Zoll Wandstärke. Auf die Enden derselben sind eiserne Kappen Q Q aufgeschoben, auf deren Bodenstücke die massiven eisernen Fortsätze $Q_1 Q_1$ aufsitzen, die mit passenden Ausschnitten für je zwei Räder RR_1 versehen sind und die Axen dieser Räder tragen. Die Enden dieser Fortsätze haben in der Axe schwach conische Ausbohrungen q q, in welche als Buffer dienende Kautschukpfropfen zur Hälfte eingesetzt und mit einem Splint befestigt sind. Die eine der eisernen Kappen QQ ist auf der Röhre U festgenietet; die andere, als Deckel der Büchse dienend, ist über das Rohr, auf welches sie genau paßt, nur aufgeschoben und durch doppelten Bajonetschluß — an zwei diametral gegenüberstehenden Stellen — daran befestigt, wie die Figur zeigt. Da bisweilen durch die Bewegung des Wagens im Rohre der Deckel sich von selbst etwas dreht, und in Folge dessen ganz abfallen und ein Festklemmen des Wagens im Rohre herbeiführen könnte, so ist auf dem Rohre U noch eine kleine Feder u befestigt, welche sich mit einer Nase in den Ausschnitt der Kappe legt, sobald diese

in Verschluß gedreht worden, und so ein zufälliges Zurückdrehen unmöglich macht. Soll die Büchse geöffnet werden, so muß man erst diese Feder etwas zurückdrücken, und kann erst dann die Kappe drehen.

Uebrigens ist an diesem Verschlusse schon mehrfach geändert worden; wir haben vorstehend die neueste Construction beschrieben. Bei den älteren ist auch der Deckel an einem 4 bis 5 Zoll langen Messingrohr angelöthet, welches genau in das Rohr U paßt, in welches es hineingeschoben wird. Den Schluß bewirkte auch hier bald ein Bajonetverschluß, bald eine Schnepperfeder.

Die Räder sind massiv, aus gehärtetem Stahl und laufen auf glatt polirten Axen, die in dem Eisenstück Q, Q, festgenietet sind. Diese vier Axen liegen nicht sämmtlich in einer Ebene, sondern sind abwechselnd um 90° gegen die benachbarten versetzt (natürlich aber stehen sie sämmtlich senkrecht gegen die Mittellinie des Wagens), so daß das erste und dritte Rad, von links gezählt, in einer Ebene sich drehen und das zweite und vierte in einer anderen, welche gegen die erstere senkrecht steht. Man sieht leicht, daß bei dieser Construction der Wagen immer auf den Rädern rollt, mag er sich drehen wie er will. Das Rohr U und die Kappen Q Q sind vor Anschleifen an den Wänden des Leitungsrohres geschützt, indem die Stahlräder einen etwas größeren Durchmesser haben als die Endkappen Q Q. Gleichwohl ist der Durchmesser der Räder noch etwa $1\frac{1}{2}$ Millimeter geringer als der lichte Durchmesser der Leitungsröhren; der Wagen hat also in den Röhren reichlichen Spielraum. Obgleich dadurch ein Verlust an Luft, die zwischen Wagen und Rohr entweicht, also ein Verlust an bewegender Kraft herbeigeführt wird, ist dies doch nöthig, weil sonst an den Stellen, wo zwei Röhrenstücke zusammenstoßen, wenn diese nicht ganz genau in einer geraden Linie liegen, oder an Stellen, wo das Rohr zufällig etwas enger oder wo es vielleicht etwas oval gedrückt ist, die Wagen sich leicht festklemmen könnten.

Die Röhrenstränge sind, wie schon oben erwähnt, aus gezogenen schmiedeeisernen Röhren von $2\frac{1}{2}$ Zoll engl. lichtem Durchmesser hergestellt, und 2 bis 4 Fuß tief unter dem Straßenpflaster verlegt. Zur Verbindung der einzelnen Enden dienen gußeiserne Flantschen mit je vier Schraubenbolzen, unter Zwischenlage eines mit Firniß bestrichenen Kautschukringes als Dichtung. Zur Sicherung genau centrischer Verbindung der Röhren und Vermeidung aller vorspringenden Ecken im Innern des Röhrenstranges an solchen Stellen, ist an einem der betreffenden Rohrstücke außen ein kleiner Absatz abgedreht, an dem anderen ein dem entsprechender an der Innenseite herausgenommen, so daß ersteres etwas in das andere hineingreift. Die einzelnen Rohrstücke haben eine Länge von 15 Fuß.

Die Röhrenstränge senken sich von der Station im Telegraphengebäude ziemlich rasch und laufen dann in fast horizontaler Lage durch die Oberwallstraße (auf deren Westseite) und am Zeughause vorbei bis zur Ecke des Königl. Finanzministeriums, dann durch die Straße „Hinter dem Gießhause" bis zur kleinen eisernen Brücke am Hauptsteueramt, überschreiten hier den linken Spreearm in einem bis über das Geländer der Brücke sich erhebenden Bogen und und laufen dann längs des neuen Museums und über die massive Friedrichsbrücke, woselbst sie unter dem Pflaster liegen, bis zur Ecke der Herkulesbrückenstraße und treten endlich mit einer ziemlich scharfen Curve in die in der neuen Friedrichstraße belegene pneumatische Station

der Börse ein. Die Gesammtlänge jedes der beiden Röhrenstränge beträgt 2835 Fuß*). Auf dem weitaus größten Theil ihres Weges läuft die Röhrenleitung geradlinig oder in sehr leicht gebogenen Linien; nur an vier Stellen kommen stärkere Biegungen vor, nämlich beim Uebergange vom Telegraphengebäude über die Französische Straße zur Ober-Wallstraße, hinter dem Gießhause, beim Uebergange über die „eiserne Brücke" und bei der Einführung in das Börsengebäude. Nur die beiden letztgenannten Curven war man genöthigt als wirkliche Curven von 40 Fuß Radius zu behandeln, und entsprechend gebogene Rohrstücke dazu zu verwenden. Allen anderen Curven ließ sich ein so großer Radius geben, daß sie ohne Nachtheil als Polygone aus geraden Rohrenden hergestellt werden konnten. Die Construction der Wagen hätte selbst Curven von nur 20 Fuß Radius gestattet.

Der Uebergang der pneumatischen Röhren über die „eiserne Brücke" beim Haupt-Steueramt ist in Fig. 5 der Tafel VI abgebildet. Da polizeilichen Vorschriften gemäß Flußschiffe diese und die benachbarten Brücken nur mit niedergelegten Masten passiren dürfen, so war man der Nothwendigkeit überhoben, die Röhren unter Wasser durch das Flußbett zu legen — eine Construction, die sehr kostspielig und mit mancherlei Unzukömmlichkeiten verknüpft ist — und konnte dieselben vielmehr zur Seite des stromabwärts gelegenen Brückengeländers in einem Bogen hinüberführen. Dieser Bogen mußte sich jedoch in der Mitte mindestens eben so hoch erheben, wie die Brückenklappen im aufgezogenen Zustande, damit dem Durchgange der Schiffe auch beim höchsten Wasserstande, bei dem diese die Brücke überhaupt noch passiren können, kein Hinderniß dadurch erwächst. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, erhebt sich in Folge dessen der Bogen der Röhren in der Mitte mehrere Fuß über das Brückengeländer. Beide Röhrenstränge liegen natürlich parallel neben einander; zwischen ihnen läuft noch ein drittes Rohr von 1 Zoll Durchmesser, welches das Telegraphenkabel birgt, dessen Leitungen für die telegraphischen Signale zwischen den pneumatischen Stationen dienen. Das Rohrsystem wird bei γ, γ durch starke schmiedeeiserne Träger, die in den Sandstein der festen Brückenbahn eingebleit sind, getragen. Außerdem sind bei $\beta\,\beta\,\beta$ die drei Röhren unter sich durch verschraubte Muffen befestigt; bei α, α, α sieht man die Flantschen, mittelst deren je zwei Rohrenden durch Schraubenbolzen mit einander verbunden sind.

Da vorauszusehen war, daß sich mit der Zeit in den Röhren Wasser, sei es durch Condensation der hindurchströmenden feuchten Luft, sei es auf anderem Wege, ansammeln würde, so wurde bereits bei der Anlage auf Beseitigung dieses Uebelstandes Bedacht genommen, indem an den tiefsten Stellen der Leitung Wassertöpfe anlegte, in welchen das Wasser sich sammeln und aus denen es leicht entfernt werden kann. Solche Wassertöpfe finden sich an vier verschiedenen Punkten unserer Leitung: in der Oberwallstraße, der Ecke der Rosenstraße gegenüber, dem Zeughause gegenüber, an der dem Hauptsteueramt zugekehrten Ecke des neuen Museums und an der Ecke der neuen Friedrichsstraße, der Börse gegenüber. An jedem dieser Punkte sind je zwei solcher Wassertöpfe — je einer für jeden Röhrenstrang — ange-

*) Als die pneumatische Anlage in Berlin zuerst zur Erörterung kam, hatte man auch eine derartige Verbindung zwischen dem Telegraphengebäude und dem Potsdammer Bahnhof in Aussicht genommen; auf dieses Project bezieht sich die im oben abgedruckten Programm des Herrn Dr. Siemens enthaltene Längenangabe von 13000 Fuß.

legt. Die Einrichtung derselben zeigt die Figur 3 auf Tafel **VI**. Die Kreise **o** und **p** bezeichnen die Querschnitte der beiden Röhrenstränge. Dieselben werden an den betreffenden Stellen von Verschraubungen umfaßt, deren Unterseite die Röhren ss durchbrechen. Da wo diese Röhren auf die Rohre **o** und **p** stoßen, sind die Wandungen der letzteren mit feinen Löchern durchbohrt, durch welche das angesammelte Wasser in die Röhren s, s und durch diese in die Wassertöpfe **TT** abfließen kann. Die Röhren ss treten nur wenig durch die Deckel der, natürlich luftdicht verschlossenen, Wassertöpfe hindurch, während zwei andere ebenfalls die Deckel der Töpfe durchbrechende Röhren **SS** bis an den Boden hinunter reichen und sich oberhalb bis nahe an das Niveau des Straßenpflasters erheben. Die oberen Theile dieser letzteren Röhren sind durch die Holzröhren **ww** geschützt, welche durch eine im Niveau des Straßenpflasters liegende Klappe geschlossen sind. Die Oeffnungen der Röhren **SS** sind mit messingenen Muttern verschraubt. Nach Oeffnung der Klappe und Abnahme der oben erwähnten Mutter, braucht man nur an Stelle der letzteren das Saugerohr einer kleinen Handpumpe aufzuschrauben und kann dann das Wasser durch diese aus dem Topfe leicht entfernen. Wenn die Maschine der Anlage im Gange ist, kann man übrigens der Handpumpe ganz entrathen und das Wasser durch comprimirte Luft austreiben; es werden alsdann die Steigeröhren **S** aller Wassertöpfe geöffnet und darauf beide Röhren mit comprimirter Luft gefüllt, indem man durch Schließung des Hahnes **Z** das Rohr **p** im Telegraphengebäude gegen das Vacuumreservoir **V** absperrt; die comprimirte Luft drückt alsdann auf die Oberfläche des in den Töpfen enthaltenen Wassers und treibt dieses durch die Steigeröhren in die Höhe, so daß es über das Pflaster abfließt. Es hat sich übrigens nur eine sehr unbedeutende Wasseransammlung gezeigt, und zwar hauptsächlich in dem mit dem Compressionsreservoir **C** in Verbindung stehendem Rohre **o**.

Auch Rost bildet sich in den Röhren nur in geringer Menge; um die Leitung davon zu reinigen, wurde früher von Zeit zu Zeit eine cylindrische Bürste (Tafel **VI**, Fig. 6), deren äußerer Durchmesser die lichte Weite der Röhren etwas übertrifft und deren hinteres Ende mit einer Ledermanschette besetzt ist, statt der Wagen eingesetzt und mit verstärktem Druck hindurchgetrieben. Bei der geringen Menge des Rostes indeß geschieht diese Operation gegenwärtig nur selten.

Es ist mehrfach vorgekommen, namentlich in der ersten Zeit nach Eröffnung des Betriebes der Anlage, wo man noch nicht die nöthige Erfahrung hinsichtlich der in Anwendung zu bringenden Druckverhältnisse besaß, die Construction der Wagen ꝛc. auch wohl noch an manchen Mängeln litt, daß Depeschenwagen irgendwo in der Leitung stecken blieben. In solchen Fällen zu versuchen, den Wagen durch Verstärkung des Druckes weiter zu treiben, ist nicht rathsam; hatte sich derselbe festgeklemmt, so wird dadurch im Gegentheil das Uebel verschlimmert. Man zieht es daher vor, durch Umkehrung der Richtung des Luftstromes den Wagen nach seinem Ausgangspunkte zurückzutreiben, was bei der gegenwärtigen Einrichtung meist leicht gelingt. Zu dem Ende werden der Hahn **X** und das Absperrventil **v**, geschlossen, die Hähne **l**, **h** und **Y** aber geöffnet; es strömt alsdann die comprimirte Luft aus **C** durch den Hahn **Y** in den Strang **p**, geht durch das in der Börse befindliche Zwischenrohr **t** in den Strang **o** über und durch diesen zurück. Oder man könnte auch den Anfang des Rohres **o** mit dem Vacuumreservoir **V** in Verbindung setzen, indem man das Ventil **v** und den

Hahn Z schließt, die Hähne l und Y aber öffnet, indeß würde dann der Hahn h durch den Stoß des zurückkommenden Wagens leicht beschädigt werden, auch dürfte es schwer gelingen, den Hahn l so rechtzeitig zu schließen, daß der Wagen nicht in das Rohr zurückrollt.

Sind alle diese Versuche resultatlos — glücklicher Weise ein sehr seltener Fall — so bleibt freilich nichts anderes übrig, als den Röhrenstrang aufzunehmen. Dazu muß aber der Ort, wo der Wagen sitzt, wenigstens annähernd bekannt sein; diesen suchte man in dem einen der beiden derartigen Fälle, die bisjetzt vorgekommen sind, in folgender Weise zu ermitteln: Es wurde die oben erwähnte mit Ledermanschette versehene, also das Rohr wasserdicht schließende Bürste in das Ende des betreffenden Rohrstranges gebracht und dieser dann, nach Schließung der zu den Reservoiren führenden Hähne, unter Einschaltung eines Wassermessers, mit der Wasserleitung des Gebäudes verbunden. Das Wasser trat dann in das Rohr, indem es die Bürste vor sich her schob, bis diese den festgeklemmten Wagen erreicht hatte. Aus der Menge des in das Rohr getretenen Wassers ließ sich dann, da der innere Rohrdurchmesser genau bekannt ist, die Rohrlänge vom betreffenden Ende bis zu dem schließenden Pfropfen berechnen. Das Ergebniß dieses Versuches stimmte in der That mit dem späteren Befund bis auf wenige Fuß überein.

Dergleichen Störungen der pneumatischen Anlage waren, wie schon erwähnt, nur in der ersten Zeit nach Eröffnnng des Betriebes häufiger; später kamen sie nur noch äußerst selten vor. Aus den letzten Monaten liegt nur eine, allerdings sehr belangreiche Störung vor, welche dadurch herbeigeführt wurde, daß Arbeiter, welche mit einer Aenderung der Gas- oder Wasserleitungsröhren beschäftigt gewesen, aus Unachtsamkeit unsere Rohrleitung verletzt hatten. Das betreffende Rohrstück mußte deshalb herausgeschnitten und durch ein anderes ersetzt werden. Es bot sich dadurch Gelegenheit zu constatiren, daß durch den 8monatlichen Betrieb die Rohrleitungen noch durchaus nicht gelitten haben; das herausgeschnittene Stück zeigte noch nicht die geringsten Spuren von Abnutzung durch die Räder der Depeschenwagen.

Beim ersten Entwurf der Anlage hatte man als Minimum der Beförderungsgeschwindigkeit eine solche vor Augen, daß die Depeschenwagen zum Durchlaufen der Strecke zwischen dem Telegraphengebäude und der Börse eine Zeit von beiläufig 3 Minuten brauchen. Bei der Ausführung fand sich, daß es durchaus keine Schwierigkeiten hatte, jenes Minimum der Beförderungszeit zu erreichen. Es wurde sogar weit überschritten — die Wagen durchliefen bei den ersten Versuchen die Strecke in weniger als einer Minute — und es zeigte sich, daß die Hauptschwierigkeit vielmehr darin bestehe, die Geschwindigkert auf ein solches Maaß zurückzuführen, daß die Wagen und Fangvorrichtungen nicht zu sehr der Gefahr der Beschädigung durch heftige Stöße ausgesetzt seien, d. h. auf eine Beförderungsdauer von etwa $1\frac{1}{2}$ Minuten.

Es liegt in der Natur der Sache, daß die Depeschenwagen, bei gegebenen Spannungsverhältnissen, mehr Zeit für den Hinweg vom Telegraphengebäude nach der Börse im Rohre o, als für den Rückweg nach dem Telegraphengebäude im Rohre p brauchen. Denn da die Geschwindigkeit des Luftstromes, wie aus der oben mitgetheilten theoretischen Erörterung hervorgeht, vom Reservoir C durch die Röhrenstränge bis zum Reservoir V stätig zunimmt, so muß die mittlere Geschwindigkeit im Rohre p beträchtlich größer sein als im Rohre o. Der Unterschied der Beförderungszeiten ist nicht unbeträchtlich; bei einem zu dem Zweck angestellten Versuche, bei welchem Ueberdruck im Reservoir C und Unterdruck im Reservoir V

gleich waren, nämlich 9 Zoll Quecksilber, fand sich die Beförderungszeit eines Wagens nach der Börse hin 95 Secunden und von der Börse nach dem Telegraphengebäude zurück 70 Secunden. Dies stimmt auffallend gut mit den obigen Formeln des Herrn Dr. Siemens: nach denselben verhalten sich die mittleren Geschwindigkeiten in den Röhren o und p im gedachten Falle wie 69 : 95, woraus das Verhältniß der Beförderungsdauer = 95 : 69 resultirt, statt 95 : 70 wie der Versuch ergab. Bei Gleichheit des Ueber- und Unterdrucks in den Reservoiren C und V werden daher, wenn auch die Druckdifferenz so schwach genommen wird, als die Sicherheit der Beförderung nach der Börse hin eben zuläßt, die von dort zurückkehrenden Wagen im Telegraphengebäude mit einer für die Schonung des Materials gefährlichen Geschwindigkeit anlangen. Um diesen Uebelstand möglichst zu mildern, wendet man jetzt für das Ventil des Vacuumreservoirs eine geringere Belastung an, als für das andere, so zwar, daß im Reservoir C ein Druck von 7 Pfund auf den Quadratzoll oder 14 Zoll Quecksilber, im Reservoir V aber ein Vacuum von nur 6 Zoll Quecksilberspannung entsteht. Natürlich schöpft dann das Ventil von V fast beständig etwas Luft, während auf der Börsenstation bei jedem Oeffnen der Hähne Luft entweicht, weil nun der Punkt, wo die Spannung im Röhrensystem dem äußeren Atmosphärendruck gleich ist, nicht mehr bei t liegt, sondern eine Strecke in das Rohr p hineingerückt ist.

Die Beförderungsdauer eines Wagens ist in Folge dessen jetzt im Durchschnitt

in der Richtung nach der Börse hin 1′ 30″
" " " von der Börse her 1′ 20″.

Die so ermäßigte Geschwindigkeit der im Telegraphengebäude ankommenden Depeschenwagen giebt zu keinen Bedenken Anlaß; daß die Beförderungsdauer im Rohre p immer noch geringer ist, als im Rohre o, entspricht in sofern auch den obwaltenden Verhältnissen, weil immer mehr Depeschen von der Börse nach dem Telegraphengebäude, als in entgegengesetzter Richtung zu befördern sind.

Es hat bei den eben erwähnten Druckverhältnissen keinerlei Schwierigkeit in der Stunde in beiderlei Richtung zusammen 80 Depeschenwagen zu befördern; jeder Depeschenwagen kann 20 Depeschen, zusammengerollt, aufnehmen, so daß sich also in der Stunde durch die pneumatische Leitung in beiderlei Richtung $20 \times 80 = 1600$ Depeschen befördern lassen. Diese Leistung übertrifft das Bedürfniß, wie es zur Zeit vorliegt, bedeutend: es sind bis jetzt, auch in frequenten Zeiten, im ganzen Tage meist nur 500 bis 600 und höchstens einmal 800 Depeschen auf diesem Wege zu befördern.

Der schwächste Punkt der Anlage ist zur Zeit noch ihre große Empfindlichkeit gegen Schwankungen der Druckverhältnisse. Werden die Ventilbelastungen etwas verrückt, arbeitet die Maschine etwas unregelmäßig, oder nicht der gerade obwaltenden Depeschenfrequenz entsprechend, so läuft man Gefahr, daß entweder die nach der Börse gehenden Wagen im Rohre o stecken bleiben, oder die von dort kommenden mit einer übermäßigen Geschwindigkeit anlangen. Diesem Uebelstande würde sich, unseres Erachtens, abhelfen lassen, indem man die Reservoire — wenn man nicht etwa diese durch andere von sehr viel größerem Volumen ersetzen will — mit Druckregulatoren, entweder nach dem Princip der Gasbehälter oder nach dem der Windsäcke der Blasebälge construirt, in Verbindung setzt, welche, unter Erhaltung des Druckes, Aenderungen des Volumens gestatten. Dr. W. Brix.

Uebersicht der Königl. Bayerischen Vereins-Telegraphenlinien,

welche am 1. Januar 1866 in Betrieb standen.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen.		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen.	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
1.	München	Holzkirchen . . .	4,9		2	9,8	
2.	Holzkirchen . . .	Rosenheim	5,0		2	10,0	
3.	Rosenheim . . .	Traunstein	7,1		2	14,2	
4.	Traunstein . . .	Freilassing* . . . (österr. Grenze)	4,0	21,0	2	8,0	42,0
5.	Rosenheim . . .	Kiefersfelden* . . . (österr. Grenze)	4,2	4,2	1	4,2	4,2
6.	Rosenheim . . .	Wasserburg . . .	3,8		1	3,8	
7.	Wasserbnrg . . .	Mühldorf	6,2		1	6,2	
8.	Mühldorf	Altötting	1,5		1	1,5	
9.	Altötting	Burghausen . . .	2,0	13,5	1	2,0	13,5
10.	Freilassing* . . .	Laufen	1,8		1	1,8	
11.	Laufen	Burghausen . . .	5,0	6,8	1	5,0	6,8
12.	Freilassing* . . .	Reichenhall . . .	2,3		2	4,6	
13.	Reichenhall . . .	Berchtesgaden . .	2,2	4,5	2	4,4	9,0
14.	München	Freising	4,8		3	14,4	
15.	Freising	Landshut a. Isar .	5,1		3	15,3	
16.	Landshut a. Isar .	Geiselhöring* . . .	5,7		3	17,1	
17.	Geiselhöring* . . .	Straubing	2,1		3	6,3	
18.	Straubing	Plattling*	3,3		3	9,9	
19.	Plattling*	Passau . . . . . (resp. österr. Grenze)	7,1	28,1	3	21,3	84,3
20.	Plattling*	Deggendorf . . .	1,5	1,5	2	3,0	3,0
21.	Passau	Simbach am Inn .	7,8		1	7,8	
22.	Simbach am Inn .	Burghausen . . .	3,5	11,3	1	3,5	11,3
23.	Geiselhöring* . . .	Regensburg . . .	4,7		2	9,4	
24.	Regensburg . . .	Amberg	9,5		1	9,5	
25.	Amberg	Hersbruck	5,3		1	5,3	
26.	Hersbruck	Nürnberg	3,8	23,3	1	3,8	28,0
27.	München	Pasing*	1,0		10	10,0	
28.	Pasing*	Augsburg	7,5		9	67,5	
29.	Augsburg	Donauwörth . . .	5,5		5	27,5	
30.	Donauwörth . . .	Nördlingen . . .	4,0		4	16,0	
31.	Nördlingen . . .	Gunzenhausen . .	5,3		5	26,5	
32.	Gunzenhausen . .	Nürnberg	8,2		4	32,8	
33.	Nürnberg	Fürther Kreuzung* .	0,8		5	4,0	
34.	Fürther Kreuzung* .	Erlangen	2,0		4	8,0	
35.	Erlangen	Bamberg	5,2		4	20,8	
		Latus . .	39,5	114,2		213,1	202,1

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport	39,5	114,2		213,1	202,1
36.	Bamberg	Lichtenfels . . .	4,5		5	22,5	
37.	Lichtenfels . . .	Culmbach	4,0		4	16,0	
38.	Culmbach	Neuenmarkt* . . .	1,6		4	6,4	
39.	Neuenmarkt* . . .	Schwarzenbach* . .	5,5		3	16,5	
40.	Schwarzenbach* . .	Hof (sächs. Anschluß)	1,7		4	6,8	
41.	Hof	österr. Gr. bei Asch*	2,6	59,4	1	2,6	283,9
42.	Pasing*	Starnberg	2,5	2,5	1	2,5	2,5
43.	Augsburg	Kaufbeuern . . .	8,0		2	16,0	
44.	Kaufbeuern . . .	Kempten	5,8		2	11,6	
45.	Kempten	Lindau	12,2		2	24,4	
46.	Lindau	Unterhöchststeg* . . (österr. Grenze)	0,7	26,7	1	0,7	52,7
47.	Lindau	württemb. Grenze* .	1,3	1,3	1	1,3	1,3
48.	Lindau	Schweizer Anschluß*	1,2	1,2	1	1,2	1,2
49.	Augsburg	Neu Ulm	11,0		2	22,0	
50.	Neu Ulm	Memmingen . . .	7,5		1	7,5	
51.	Memmingen . . .	Kempten	4,5		1	4,5	
52.	Kempten	Füßen	5,3		1	5,3	
53.	Füßen	Hohenschwangau . .	0,7	29,0	1	0,7	40,0
54.	Neu Ulm	Ulm*	0,5	0,5	2	1,0	1,0
55.	Donauwörth . . .	Neuburg	4,7		1	4,7	
56.	Neuburg	Ingolstadt	3,0		1	3,0	
57.	Ingolstadt	Neustadt a. Donau .	4,3		1	4,3	
58.	Neustadt a. Donau .	Post Saal* . . .	2,8		1	2,8	
59.	Post Saal* . . .	Regensburg . . .	2,8	17,6	1	2,8	17,6
60.	Post Saal* . . .	Kelheim	0,8	0,8	2	1,6	1,6
61.	Gunzenhausen . .	Ansbach	3,8		2	7,6	
62.	Ansbach	Marktbreit . . .	8,5		2	17,0	
63.	Marktbreit . . .	Würzburg	3,5	15,8	2	7,0	31,6
64.	Fürther Kreuzung* .	Fürth	0,2	0,2	3	0,6	0,6
65.	Fürth	Kitzingen	10,0		1	10,0	
66.	Kitzingen	Rottendorf* . . .	2,0	12,0	2	4,0	14,0
67.	Lichtenfels	Coburg	2,0		1	2,0	
68.	Coburg	Meiningen	8,8		1	8,8	
69.	Meiningen	Gotha	9,9	20,7	1	9,9	20,7
		Latus . .		301,9			670,8

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	überhaupt
		Transport		301,9			670,8
70.	Neuenmarkt*	Bayreuth	2,8		1	2,8	
71.	Bayreuth	(Weiden)	8,0		1	8,0	
72.	(Weiden)	Mitterteich	5,5		1	5,5	
73.	Mitterteich	Wunſiedel	3,3		1	3,3	
74.	Wunſiedel	Schwarzenbach*	3,5	23,1	1	3,5	23,1
75.	Hof	Gefell* preuß. Anſchl.	1,5	1,5	1	1,5	1,5
76.	Bamberg	Schweinfurt	7,3		3	21,9	
77.	Schweinfurt	Rottendorf*	5,3		3	15,9	
78.	Rottendorf*	Würzburg	1,0		5	5,0	
79.	Würzburg	Aſchaffenburg	12,3		6	73,8	
80.	Aſchaffenburg	Offenbach	4,0		5	20,0	
81.	Offenbach	Frankfurt a. M.	1,2	31,1	8	9,6	146,2
82.	Schweinfurt	Kiſſingen	3,3	3,3	2	6,6	6,6
83.	Aſchaffenburg	Miltenberg	5,3		1	5,3	
84.	Miltenberg	Amorbach u. bad. Gr.	2,8	8,1	1	2,8	8,1
85.	Offenbach	Darmſtadt	4,0		3	12,0	
86.	Darmſtadt	Worms	5,5		3	16,5	
87.	Worms	Frankenthal	1,5		4	6,0	
88.	Frankenthal	Ludwigshafen	1,3		4	5,2	
89.	Ludwigshafen	Schifferſtadt*	1,7		5	8,5	
90.	Schifferſtadt*	Neuſtadt a. d. Haardt	2,1		5	10,5	
91.	Neuſtadt a. d. Haardt	Edenkoben	1,3		4	5,2	
92.	Edenkoben	Landau	1,5		4	6,0	
93.	Landau	Weißenburg* (franzöſiſche Grenze)	3,2	22,1	3	9,6	79,5
94.	Schifferſtadt*	Speyer	1,3		2	2,6	
95.	Speyer	Germersheim	2,3	3,6	2	4,6	7,2
96.	Neuſtadt a. d. Haardt	Deidesheim	0,8		1	0,8	
97.	Deidesheim	Dürkheim	1,2		1	1,2	
98.	Dürkheim	Kaiſerslautern	4,4		1	4,4	
99.	Kaiſerslautern	Hombug	4,9		1	4,9	
100.	Homburg	St. Ingbert	2,5	13,8	1	2,5	13,8*
101.	Homburg	Zweibrücken	1,5		2	3,0	
102.	Zweibrücken	Pirmaſens	3,3	4,8	2	6,6	9,6
103.	Worms	Mainz	6,2		3	18,6	
104.	Mainz	Bingen n. preuß. Gr.	4,1	10,3	1	4,1	22,7
		Summa		423,6			989,1

Uebersicht der Königl. Hannoverschen Vereins-Telegraphenlinien,

welche am 1. Januar 1866 in Betrieb standen.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen.		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen.	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
1.	Hannover	Lehrte*	2,2		6	13,2	
2.	Lehrte*	Celle	3,8		5	19,0	
3.	Celle	Uelzen*	7,1		5	35,5	
4.	Uelzen*	Lüneburg	4,8		5	24,0	
5.	Lüneburg	Harburg	5,2		5	26,0	
6.	Harburg	Hamburg	1,3	24,4	7	9,1	126,8
7.	Lehrte*	Peine	2,6		2	5,2	
8.	Peine	Vechelde* . . . . (braunschw. Grenze)	1,0	3,6	2	2,0	7,2
9.	Celle	Gifhorn	5,9	5,9	1	5,9	5,9
10.	Uelzen*	Clenze	4,0		1	4,0	
11.	Clenze	Lüchow	2,0		1	2,0	
12.	Lüchow	Dannenberg . . .	2,5		1	2,5	
13.	Danneberg . . .	Hitzacker	1,2	9,7	1	1,2	9,7
14.	Lüneburg	Hohnstorf* . . .	2,2		1	2,2	
15.	Hohnstorf* . . .	Grenze bei Lauenburg*	0,1	2,3	1	0,1	2,3
16.	Hannover	Herrenhausen . . .	0,7	0,7	1	0,7	0,7
17.	Hannover	Wunstorf* . . .	2,9		8	23,2	
18.	Wunstorf*	Neustadt	1,3		4	5,2	
19.	Neustadt	Nienburg	3,3		4	13,2	
20.	Nienburg	Verden	4,2		4	16,8	
21.	Verden	Bremen	4,8		4	19,2	
22.	Bremen	Burg Lesum* . . .	1,5		3	4,5	
23.	Burg Lesum* . .	Vegesack* (Schleife)	0,8		2	1,6	
24.	Burg Lesum* . .	Stubben*	4,1		3	12,3	
25.	Stubben*	Geestemünde . . .	2,7		2	5,4	
26.	Geestemünde . . .	Dorum	3,1		1	3,1	
27.	Dorum	Curhafen	3,4		1	3,4	
28.	Curhafen	Otterndorf . . .	2,7		1	2,7	
29.	Otterndorf	Neuhaus	1,4		1	1,4	
30.	Neuhaus	Basbeck	2,4		1	2,4	
31.	Basbeck	Stade	3,4		1	3,4	
32.	Stade	Brunshausen (Schleife)	0,6		2	1,2	
33.	Stade	Horneburg* . . .	1,8		1	1,8	
34.	Horneburg* . . .	Burtehude	1,3		2	2,6	
35.	Burtehude	Harburg	3,0	48,7	2	6,0	129,4
		Latus . .		95,3			282,0

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		95,3			282,0
36.	Verden	Walsrode	3,7		1	3,7	
37.	Walsrode	Soltau	3,4	7,1	1	3,4	7,1
38.	Stubben*	Bremervörde . . .	4,0		1	4,0	
39.	Bremervörde . . .	Horneburg* . . .	4,1	8,1	1	4,1	8,1
40.	Brunshausen . . .	Drochtersen . . .	2,4		1	2,4	
41.	Drochtersen . . .	Freiburg	2,0	4,4	1	2,0	4,4
42.	Wunstorf*	Haste* (hess. Gr.) .	0,5		4	2,0	
43.	Haste*	Bückeburg	4,1		3	12,3	
44.	Bückeburg	Minden*	1,2		3	3,6	
45.	Minden*	Osnabrück (üb. Löhne)	9,2		4	36,8	
46.	Osnabrück	Lingen (über Rheine)	10,5		4	42,0	
47.	Lingen	Papenburg	8,9		3	26,7	
48.	Papenburg	Leer	2,3		3	6,9	
49.	Leer	Emden	3,4		3	10,2	
50.	Emden	Georgsheil* . . .	2,2		2	4,4	
51.	Georgsheil* . . .	Norden	2,1		1	2,1	
52.	Norden	Norderney	2,3	46,7	1	2,3	149,3
53.	Georgsheil* . . .	Aurich	1,6		1	1,6	
54.	Aurich	Esens	3,3		1	3,3	
55.	Esens	Carolinensiel . . .	2,5		1	2,5	
56.	Carolinensiel . . .	Witmund	1,9		1	1,9	
57.	Witmund	oldenb. Grenze* . .	0,6	9,9	1	0,6	9,9
58.	Nienburg	Diepholz	8,5		3	25,5	
59.	Diepholz	Osnabrück	6,8		2	13,6	
60.	Osnabrück	Bramsche	2,3		3	6,9	
61.	Bramsche	Fürstenau	3,3		2	6,6	
62.	Fürstenau	Freeren	1,6		3	4,8	
63.	Freeren	Lingen	2,1		3	6,3	
64.	Lingen	Nordhorn	2,7		3	8,1	
65.	Nordhorn	niederländ. Grenze .	0,8	28,1	3	2,4	74,2
66.	Bramsche*	Quakenbrück . . .	4,5	4,5	1	4,5	4,5
67.	Lehrte*	Hildesheim . . .	3,3		1	3,3	
68.	Hildesheim	Nordstemmen* . . .	1,6	4,9	1	1,6	4,9
		Latus . .		209,0			544,4

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		209,0			544,4
69.	Hannover	Nordſtemmen* . .	3,6		4	14,4	
70.	Nordſtemmen* . .	Marienburg (Schleife)	0,3		2	0,6	
71.	Nordſtemmen* . .	Elze*	0,9		4	3,6	
72.	Elze*	Salzderhelden* . .	5,9		3	17,7	
73.	Salzderhelden* . .	Northeim	1,6		3	4,8	
74.	Northeim	Göttingen	2,7		4	10,8	
75.	Göttingen	Münden	4,6		2	9,2	
76.	Münden	Caſſel	3,3	22,9	2	6,6	67,7
77.	Elze*	Hameln	4,7	4,7	1	4,7	4,7
78.	Salzderhelden* . .	Einbeck	0,6	0,6	1	0,6	0,6
79.	Northeim	Oſterode	2,8		1	2,8	
80.	Oſterode	Clausthal	1,8		1	1,8	
81.	Clausthal	Goslar	2,2		1	2,2	
82.	Goslar	Oker	0,5		2	1,0	
83.	Oker	(Vienenburg) . . .	1,2	8,5	2	2,4	10,2
84.	Göttingen	Uslar	4,5		2	9,0	
85.	Uslar	Lauenförde* . . . (preuß. Anſchluß)	3,2	7,7	1	3,2	12,2
86.	Göttingen	Gieboldehauſen* . .	3,1		1	3,1	
87.	Gieboldehauſen* . .	Duderſtadt (Schleife)	1,7		2	3,4	
88.	Gieboldehauſen* . .	Herzberg	1,5		1	1,5	
89.	Herzberg	Lauterberg	1,4	7,7	1	1,4	9,4
		Summa . .		261,1			649,2

Uebersicht der Königl. Sächsischen Vereins-Telegraphenlinien,

welche am 1. Januar 1866 in Betrieb standen.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen.		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen.	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
1.	Dresden	Niederau*	2,4		5	12,0	
2.	Niederau*	Meißen (Schleife) .	1,0		2	2,0	
3.	Niederau*	Pristewitz* . . .	1,8		5	9,0	
4.	Pristewitz*	Großenhain (Schleife)	0,8		2	1,6	
5.	Pristewitz*	Röderau*	2,2		5	11,0	
6.	Röderau*	Riesa	0,6		4	2,4	
7.	Riesa	Leipzig	9,1	17,9	4	36,4	74,4
8.	Röderau*	preußische Grenze* .	1,5	1,5	1	1,5	1,5
9.	Leipzig	Markranstädt* . . (preuß. Grenze)	2,3	2,3	1	2,3	2,3
10.	Leipzig	Schkeuditz* . . . (preuß. Grenze)	1,6	1,6	5	8,0	8,0
11.	Riesa	Chemnitz	9,2		2	18,4	
12.	Chemnitz	Glauchau	4,4		3	13,2	
13.	Glauchau	Gößnitz*	2,2		4	8,8	
14.	Gößnitz*	Ronneburg . . .	2,4		1	2,4	
15.	Ronneburg . . .	Gera	1,2		1	1,2	
16.	Gera	Roda	3,6		1	3,6	
17.	Roda	Jena	2,3		1	2,3	
18.	Jena	Weimar	2,8	28,1	1	2,8	52,7
19.	Roda	Pößneck	4,7		1	4,7	
20.	Pößneck	Saalfeld	3,5	8,2	1	3,5	8,2
21.	Glauchau	Zwickau	2,2		3	6,6	
22.	Zwickau	Nieder-Schlema* .	3,6		2	7,2	
23.	Nieder-Schlema* .	Schwarzenberg . .	1,8		2	3,6	
24.	Schwarzenberg . .	Annaberg	2,8		1	2,8	
25.	Nieder-Schlema* .	Schneeberg (Schleife)	0,6		4	2,4	
26.	Schneeberg . . .	Eibenstock	2,0		1	2,0	
27.	Eibenstock	Auerbach	2,8	15,8	1	2,8	27,4
28.	Dresden	Freiberg	5,8		2	11,6	
29.	Freiberg	Oederan	2,4		1	2,4	
30.	Oederan	Chemnitz	2,8	11,0	1	2,8	16,8
		Latus . .		86,4			191,3

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		86,4			191,3
31.	Leipzig	Altenburg	5,7		4	22,8	
32.	Altenburg	Gößnitz*	2,6		4	10,4	
33.	Gößnitz*	Werdau*	2,6		2	5,2	
34.	Werdau*	Zwickau	1,1		4	4,4	
35.	Werdau*	Reichenbach	2,5		3	7,5	
36.	Reichenbach . . .	Herlasgrün* . . .	1,6		4	6,4	
37.	Herlasgrün* . . .	Plauen	2,2		3	6,6	
38.	Plauen	Hof*(bayer. Anſchluß)	6,4	24,7	3	19,2	82,5
39.	Herlasgrün* . . .	Oelsnitz	6,3	6,3	1	6,3	6,3
40.	Plauen	Oelsnitz	1,6		1	4,6	
41.	Oelsnütz	Elſter	2,4		2	4,8	
42.	Elſter	Aſch* (böhm. Grenze)	0,2	4,2	1	0,2	6,6
43.	Leipzig	Grimma	4,0		1	4,0	
44.	Grimma	Leisnig	2,9		1	2,9	
45.	Leisnig	Rochlitz	3,6		1	3,6	
46.	Rochlitz	Penig	2,4		1	2,4	
47.	Penig	Waldenburg in Sachſen	1,6		1	1,6	
48.	Waldenburg in Sachſen	Glauchau	1,2	15,7	1	1,2	15,7
49.	Dresden	Niederſedlitz* . . .	1,3		3	3,9	
50.	Niederſedlitz* . . .	Pillnitz (Schleife) .	0,6		2	1,2	
51.	Niederſedlitz* . . .	Bodenbach*(öſterr. Gr.)	8,0	9,9	3	24,0	29,1
52.	Dresden	Bautzen	8,0		3	34,0	
53.	Bautzen	Löbau	3,1		3	9,3	
54.	Löbau	Zittau	4,8		3	14,4	
55.	Zittau	böhmiſche Grenze* .	0,7		1	0,7	
56.	Löbau	Görlitz*(preuß. Anſchl.)	3,6	20,2	3	10,8	59,2
		Summa . . .		167,4			390,7

Betriebsverhältnisse der schweizerischen Telegraphenanlagen im Jahre 1865.

(Geschäftsbericht der schweizerischen Telegraphenverwaltung an die Bundesversammlung.)

(Fortsetzung von Seite 69 des vorigen Heftes.)

7. Telegraphischer Verkehr.

Wir geben nachstehend:

1) eine vergleichende Uebersicht der in den beiden letzten Jahren spedirten Depeschen; und
2) eine Uebersicht der Büreaus: geordnet nach der Anzahl der empfangenen und beförderten internen und internationalen Depeschen während des Jahres 1865, nebst mit den entsprechenden Zahlen von 1864.

1) Vergleichende Uebersicht der in den beiden letzten Jahren spedirten Depeschen.

	Interne Depeschen.		Internationale Depeschen.		Transitdepeschen.		Gesammtzahl.	
	1864	1865	1864	1865	1864	1865	1864	1865
Januar	20273	22589	8544	12475	2998	2801	31815	37865
Februar	20722	21199	9696	10918	3317	2083	33735	34200
März	22569	24921	10028	11768	3344	2314	35941	39003
April	25464	26357	12463	14347	3838	2499	41765	43203
Mai	26995	30439	11567	16422	2950	2685	41512	49546
Juni	28584	32329	12548	17923	3641	2563	44773	52815
Juli	35023	41435	16044	18104	2657	2666	53724	62205
August	39024	40945	17846	21876	2389	2496	59259	65317
September . . .	30832	39108	15629	21290	2600	2481	49061	62879
October	28485	32842	14237	19140	2465	2629	45187	54611
November . . .	24242	26319	13243	16306	2428	2685	39913	45310
December . . .	22952	25635	12596	15808	2719	2817	38267	44260
Summa . .	325165	364118	154441	196377	35346	30719	514952	591214
Vermehrung . .	38953		41936		—		76262	
	11,9 pCt.		27,1 pCt.		—		14,7 pCt.	
Verminderung .	—		—		4627		—	
	—		—		13,1 pCt.		—	



2) Uebersicht der Büreaus, geordnet nach der Anzahl der empfangenen und beförderten internen und internationalen Depeschen während des Jahres 1865, nebst den entsprechenden Zahlen von 1864.

Büreaus.	Internationale Depeschen.		Interne Depeschen.		Summa.	
	1864	1865	1864	1865	1864	1865
Zürich (Bahnhof 890) .	75422	84550	25301	33472	100723	118022
Basel (Kleinbasel, Bahnhof 1486) (Centralbahnhof 1190)	57441	63264	25636	34478	83077	97742
Genf	47086	47391	37643	39722	84729	87113
Bern (Bahnh. 183) . .	32902	34114	4256	5556	37158	39670
Winterthur (Bahnh. —)	22697	26928	7138	10636	29835	37564
St. Gallen	18578	22107	4557	5812	23135	27919
Lausanne (Bahnh. 606) .	21115	22990	2779	3138	23894	26128
Luzern (Bahnh. 123) . .	14578	16114	2331	3469	16909	19583
Vivis (Bahnh. 13) . .	13848	14989	2675	3767	16523	18756
Neuenburg (Bahnh. 297)	13018	14582	1407	2374	14425	16956
Chur (Bahnh. 29) . .	12502	14154	1596	1943	14098	16097
Chaux-de-Fonds (Bhh. 34)	12588	13108	1325	1459	13913	14567
Schaffhausen (Bahnh. 176)	7313	10280	2181	3088	9494	13368
Glarus (Bahnh. —) . .	9718	10704	1409	1677	11127	12381
Interlaken	6510	8128	1204	1889	7714	10017
Thun (Bahnh. 58) . .	7039	7973	522	651	7561	8624
Freiburg	7705	7805	557	626	8262	8431
Aarau	6613	7095	630	711	7243	7806
Biel (Bahnh. 237) . .	6663	6873	225	554	6888	7427
Lugano	4586	4332	2802	3052	7388	7384
Solothurn (Bahnh. 25) .	6203	6499	342	550	6545	7049
Rorschach (Bahnh. 15) .	4155	4914	1142	1530	5297	6444
Baden	4761	5096	589	752	5350	5848
Montreux	4127	4365	1115	1318	5242	5683
Romanshorn	2213	3418	744	1631	2957	5049
Yverdon (Bahnh. 10) .	4413	4600	328	408	4741	5008
Sitten	4024	4536	392	405	4416	4941
Zofingen	3243	4067	628	847	3871	4914
Morges (Bahnh. (352) .	5254	4519	324	352	5578	4871
Bellenz	3648	3666	509	921	4193	4587
Locle (Bahnh. 8) . . .	3702	4092	238	330	3940	4422
Beaurivage	2959	3204	865	1123	3824	4327
Neumünster (1. März 1864)	2028	3224	543	1053	2571	4277
Frauenfeld (Bahnh. 27) .	3297	3930	283	247	3580	4177
Rapperschwyl (Bahnh. 90)	3118	3732	184	335	3302	4067
Olten (Bahnh. 479) . .	3264	3600	267	345	3531	3945
Wattwyl	2501	3384	237	509	2738	3893
Burgdorf	2894	3460	188	418	3082	3878
Ragaz	2698	3174	616	588	3311	3762
St. Immer	3073	3360	123	157	3196	3517
Schwyz	3377	3331	144	178	3521	3509
Bulle	2336	3109	70	222	2406	3331
Samaden	2370	2774	254	434	2624	3208
Rolle	3226	2830	179	219	3405	3049
Nyon	2676	2604	319	397	2995	3001
Aigle	2882	2835	96	119	2978	2954
Herisau	2151	2519	241	406	4392	2925

Büreaus.	Internationale Depeschen.		Interne Depeschen.		Summa.	
	1864	1865	1864	1865	1864	1865
Altdorf	2574	2753	141	152	2715	2905
Brugg	2618	2442	272	394	2890	2836
Lenzburg	2163	2313	256	395	2419	2708
Schwanden	2014	2272	205	407	2219	2679
Liechtensteig	1837	2436	196	247	2033	2673
Baar	1534	2461	76	191	1610	2652
Bundesrathhaus	2331	2422	163	197	2494	2619
Rigi-Kaltbad	1986	2262	1969	352	2236	2614
Rheineck	1853	1832	429	731	2282	2563
Chiasso	2880	1973	746	562	3626	2535
Fleurier	2146	2319	273	207	2419	2526
St. Moritz (Graubünden)	1017	1917	519	597	1534	2514
Wädensweil	1805	2063	144	255	1949	2318
Romont	1700	2227	78	82	1778	2309
Aarburg	1914	2048	183	253	2097	2301
Murten	2798	2178	121	121	2919	2299
Wyl	1701	2060	148	216	1849	2276
Niederurnen	2047	2056	287	181	2334	2237
Zug	1895	2055	100	164	1995	2219
Uster	2097	1945	175	230	2272	2175
Uznach	1376	2019	71	150	1447	2169
Wezikon	1306	1796	263	329	1569	2125
Pruntrut	1811	1837	164	286	1975	2123
Martigny	1672	1723	320	398	1902	2121
Rüti	1568	2023	79	79	1647	2102
Horgen	1899	1935	170	149	2096	2084
Brienz	1614	1941	161	142	1775	2083
Andermatt	1877	2015	54	64	1931	2079
Thusis	2430	1873	240	158	2670	2031
Lachen	1498	1884	40	106	1538	1990
Ber (Bahnhof —)	2059	1712	159	242	2218	1954
Locarno	1590	1226	569	663	2159	1889
Langenthal	1572	1786	35	99	1607	1885
Colombier	1726	1753	104	119	1830	1872
Kreuzlingen	1247	1668	151	157	1398	1825
Einsiedeln	1506	1683	126	117	1632	1800
Liestal	1212	1531	143	233	1355	1764
Schuls	1595	1793	203	351	1798	1748
Altstätten	1377	1564	174	177	1551	1741
Wald	1011	1668	36	56	1047	1724
Richtersweil	1822	1598	110	121	1932	1719
Unterägeri	783	1539	36	180	819	1719
Payerne	1780	1624	42	38	1822	1662
Meyringen	1244	1511	54	121	1298	1632
Reinach-Menziken	1447	1460	156	159	1603	1619
Thalweil	1356	1392	178	196	1534	1588
Wohlen	1020	1124	301	455	1321	1579
Delsberg	1428	1459	65	62	1493	1521
St. Moritz (Wallis)	1469	1371	110	100	1579	1471
Bischofszell	1163	1332	113	125	1276	1457
Hausen (am Albis)	986	1194	151	247	1137	1441
Villeneuve	1545	1330	129	111	1674	1441
Heiden	958	1146	241	290	1199	1436

Büreaus.	Internationale Depeschen.		Interne Depeschen.		Summa.	
	1864	1865	1864	1865	1864	1865
Turbenthal (25. Mai 1864)	760	1298	42	91	802	1389
Herzogenbuchsee . . .	1228	1260	62	96	1290	1356
Wallenstadt	1184	1275	47	80	1231	1355
Moudon	1072	1296	22	49	1094	1345
Näfels-Mollis (20. Aug 64)	324	1172	81	172	405	1344
Häzingen	1101	1277	29	58	1130	1335
Aubonne	1208	1261	136	72	1344	1333
Weinfelden	1049	1204	81	126	1130	1330
Stäfa	1272	1194	116	132	1388	1326
Splügen	1012	1123	114	167	1126	1290
Magadino	961	971	280	291	1241	1262
Boudry	978	1164	71	90	1049	1254
Brieg	975	1049	227	197	1202	1246
Rheinfelden	985	1121	62	115	1047	1236
Ebnat	1023	1105	68	124	1091	1229
Poschiavo	722	980	129	242	951	1222
Orbe	1230	1138	49	57	1279	1195
Neuenstadt	1075	1141	40	53	1115	1194
Schinznach (15. Juli 64)†	434	916	96	274	530	1190
Trogen	857	1087	67	101	924	1188
Turgi (10. Juli 1864)† .	205	939	44	221	249	1160
Avenches	1010	1035	44	87	1054	1122
Ste. Croix	978	1050	60	70	1038	1120
Münster (Bern)	884	1034	36	65	920	1099
Airolo	991	1030	45	63	1036	1093
Goßau	590	890	37	197	627	1087
Saxon	778	869	248	217	1026	1086
Mels	690	993	25	54	715	1047
Châtel St. Denis . . .	779	917	62	96	841	1013
Uzwyl (1. April 1864) .	651	922	70	91	721	1013
Couvet (15. Octbr. 1864)	151	887	27	122	178	1009
Zuz	929	915	80	86	1009	1001
Leukerbad	669	725	245	267	914	992
Monthey	782	913	33	71	815	984
Gersau (15. April 1864)	544	820	145	163	689	983
Mendrisio	602	553	300	429	902	982
Linththal	564	889	46	62	610	951
St. Blaise (1. Juli 1864)	487	870	40	78	527	948
Stanz	624	844	37	96	661	940
Sonceboz	766	919	25	19	791	938
Landquart (1. Jan. 1864)	653	817	49	119	702	936
Stekborn	589	779	170	154	759	933
Ermatingen	667	820	83	97	750	917
Pfäffikon 1. Jan. 1864) .	895	867	34	48	929	915
Cossonay	918	852	44	61	962	913
Männedorf	792	753	133	152	925	905
Coppet	671	830	91	73	762	903
Verrières	631	798	51	103	682	901
Dießenhofen	680	711	108	165	788	876
Ponts, les	809	849	14	17	823	866
Sarnen	592	834	12	29	604	863
Balsthal	640	788	14	64	654	852
Flawyl	619	808	38	43	657	851

Büreaus.	Internationale Depeschen.		Interne Depeschen.		Summa.	
	1864	1865	1864	1865	1864	1865
Stein a. R.	645	707	67	134	712	841
Andelfingen †	422	696	48	144	474	840
Amrisweil	592	757	84	67	676	824
Cully	689	810	13	10	702	820
Andeer (1. Febr. 1864)	570	722	37	80	607	802
Bauma (25. Mai 1864)	381	704	34	96	415	800
Fontaines	631	764	31	24	662	788
Ilanz	651	746	28	36	679	782
Faido	771	670	42	104	813	774
Renan	747	767	8	4	755	771
Courtelary	765	748	15	19	780	767
Rigi-Scheidek (1. Juli 64)	620	709	62	51	682	760
Bülach	686	720	40	30	726	750
Arth	650	719	14	20	664	739
Estavayer	704	689	9	34	713	723
Travers	523	695	27	23	550	718
Sonvillier	667	691	12	14	796	705
Bärentsweil (15. Nov. 64)	64	689	6	9	70	698
Küblis 10. Juni 1864)	421	654	8	32	429	686
Gais	557	594	72	85	629	679
Meilen (1. October 1864)	109	598	5	70	114	668
Appenzell	521	591	66	71	587	662
Sursee	543	632	24	24	563	656
Schweizerhalle	333	430	113	221	446	651
Muri (21. Juli 1864)	263	627	4	18	267	645
Bremgarten	590	607	38	34	628	641
Neunkirch	310	587	47	42	357	629
Aadorf (1. Mai 1864) †	329	610	19	9	348	619
Castasegna	477	381	318	241	795	622
Wangen	623	572	65	46	688	618
Gimel	653	594	17	15	670	609
Brenets	495	495	61	103	556	598
Reichenau	441	529	18	44	459	573
Vallorbes	562	532	20	37	582	569
Sumiswald	515	520	40	41	555	561
Arbon	488	510	50	46	538	556
St. Bernhardin	402	471	42	66	444	537
Zernez	473	505	34	28	507	533
Grono	496	461	37	68	533	529
Môtiers	714	498	90	14	804	512
Güttingen	258	470	27	41	285	511
Willisau	419	460	65	22	484	482
Buchs (1. Mai 1864) †	301	435	13	46	314	481
Sentier	442	470	3	10	445	480
Teufen	441	424	35	37	476	461
Affoltern a. A. (15. September 1864) †	171	415	8	37	179	452
Wallisellen	336	355	62	86	398	441
Mühlen	416	414	24	18	440	432
Schiers	521	407	15	13	536	420
Truns (20. Juni 1864)	161	389	1	15	162	404
Siffach †	240	366	30	19	270	385
Disentis	346	369	14	13	360	382
Brassus	357	370	14	9	371	379
Grenchen †	367	346	5	26	372	372

Büreaus.	Internationale Depeschen.		Interne Depeschen.		Summa.	
	1864	1865	1864	1865	1864	1865
Weißenstein(20.Juni1864)	264	314	12	55	276	369
Fischenthal(10.Septbr.64)	134	334	1	22	135	356
Langenbruk	230	332	23	17	253	349
Vicosoprano	295	254	91	87	386	341
Regensberg	318	335	10	6	328	341
Dietikon †	275	292	16	30	291	322
Huttwyl	328	304	5	9	333	313
Misocco	312	226	10	18	322	244
Bühler	235	227	14	12	249	239
Thayngen †	96	141	31	77	127	218
St. Maria	122	174	33	35	155	209
Waldenburg	266	182	4	16	270	198
Pont, le	185	196	7	1	192	197
Simplon	141	115	31	46	172	161
St. Gotthard	110	149	7	6	117	155
Nebikon †	103	110	5	1	108	111
Sempach †	50	67	—	4	50	71

Folgende Büreaus wurden im Jahre 1865 neu eröffnet:

Büreaus.	Datum der Eröffnung.	Internationale Depeschen.	Interne Depeschen.	Summa.
Langnau † . . .	1. Januar 1865	541	82	623
Müllheim † . . .	1. „ „	407	17	424
Münsingen † . .	1. „ „	191	10	201
Tiefenkasten . . .	1. „ „	482	40	522
Bäziwyl † . . .	1. „ „	140	9	149
Wildegg † . . .	1. März „	356	66	422
Laufen	15. „ „	370	24	394
Mülberg	15. „ „	265	139	404
Versoix	15. „ „	406	122	528
Bütschwyl . . .	1. Mai „	640	84	724
Küßnacht	1. „ „	376	90	466
Lyß †	1. „ „	105	2	107
Corcelles † . . .	15. „ „	139	14	153
Seengen	1. Juni „	545	60	605
Schüpfen . . .	1. „ „	34	4	38
Gurnigel . . .	10. „ „	365	10	375
Fahrwangen . . .	15. „ „	318	25	343
Arlesheim . . .	1. Juli „	146	40	186
Silvaplana . . .	1. „ „	227	37	264
Frohburg . . .	16. „ „	215	33	248
Lavin	1. August „	147	12	159
Erlen †	1. Novbr. „	53	4	57
Tägerweilen . . .	1. „ „	70	7	77
Côte aux Fées . .	15. „ „	58	3	61
La Ferriere . . .	15. „ „	40	—	40
Concise	1. Decbr. „	35	2	37
Les Bois	1. „ „	39	1	40
Tramelan . . .	1. „ „	65	1	66
Sierre	15. „ „	6	3	9

Die in dieser letzten Uebersicht nach dem Worte „Bahnhof" in Klammern eingeschlossenen Ziffern bezeichnen die Anzahl der in den Bahnhöfen der betreffenden Ortschaften aufgegebenen Depeschen, welche übrigens in der Gesammtdepeschenzahl eines jeden Büreaus inbegriffen sind. Ueberdies ist das Datum der Eröffnung bei denjenigen Büreaus beigesetzt, welche im Laufe des Jahres 1864 eröffnet wurden und die folglich im Berichtsjahre zum ersten Mal in der allgemeinen Classification erscheinen.

Sodann folgt das Verzeichniß der im Jahre 1865 eröffneten Büreaus nach dem Datum ihrer Eröffnung und mit Angabe der Zahl der von ihnen spedirten Depeschen.

Diese Tabellen weisen abermals eine beträchtliche Zunahme sowohl des internen als des internationalen Verkehrs nach.

Im internen Verkehr stieg die Vermehrung im Vergleich zum vorhergehenden Jahre, welche 1863 23½ pCt. und 1864 9 pCt. betrug, im Jahre 1865 auf 12 pCt.

Im internationalen Verkehr betrug diese Vermehrung, gegenüber 20 pCt. im Jahre 1863 und 32 pCt. im Jahre 1864, im Jahre 1865 27 pCt.

Der Transit nimmt dagegen ab (um 15½ pCt. im Jahre 1864 und um 13 pCt. im Jahre 1865), und wird sich, wie wir fürchten, fortwährend vermindern, ungeachtet der Einbuße an Taxen, welche wir bereits gemacht haben und noch behufs seiner Beibehaltung zu machen bereit sind. In unserer oben erwähnten Botschaft vom 10. Juli 1865 haben wir auseinandergesetzt, wie die Anwendung der einheitlichen Taxen auf ganze Staaten und selbst auf Staatengruppen (deutsch-österreichischer Verein) die Folge habe, daß die Transitdepeschen unser Gebiet umgehen, was nicht der Fall war, so lange die Taxen noch nach den Entfernungen berechnet wurden. Es war dies z. B. namentlich der Fall bei der Correspondenz zwischen Paris und Mailand, und es zeigt die nachfolgende Uebersicht, wie sehr sich der Verkehr aller derjenigen Auswechselungsbüreaus vermindert hat, welche hauptsächlich mit dem fraglichen Transit beschäftigt waren, nämlich Genf, Bellenz, Sitten und Neuenburg.

Folgende Uebersicht zeigt, wie sich die Transitdepeschen bei ihrem Eintritt auf unser Gebiet auf unsere 10 Auswechselungsbüreaus vertheilen. Zürich erscheint als eilftes Auswechselungsbüreau nur pro memoria auf dieser Liste, denn der ihm übertragene unbedeutende Auswechselungsdienst mit Baden über Constanz wurde ganz dem Büreau Schaffhausen zugetheilt, welches zur Ueberwachung desselben besser gelegen ist.

Auswechselungsbüreaus.	Transit. Anzahl der Depeschen		
	1863.	**1864.**	**1865.**
1) St. Gallen (Oesterreich und Bayern)	10542	11906	11726
2) Basel (Baden und Frankreich) . . .	11894	9435	9931
3) Bellenz (Italien)	7592	7083	5456
4) Genf (Frankreich)	9535	4591	2711
5) Romanshorn (Württemberg) . . .	281	390	293
6) Bern (Frankreich)	—	300	219
7) Schaffhausen (Baden)	—	47	158
8) Sitten (Italien)	1647	1226	123
9) Chur (Italien)	74	106	93
10) Neuenburg (Frankreich)	308	250	9
11) Zürich (Baden) aufgehoben	8	12	—
	41881	35346	30719

Die Verluste, Verspätungen und Irrthümer in der Uebermittelung telegraphischer Correspondenzen führen begreiflicherweise zu Reclamationen von Seite derjenigen, welche darunter zu leiden haben; nach der Zahl und Natur dieser Reclamationen läßt sich einigermaßen der Grad von Regelmäßigkeit und Genauigkeit bemessen, der bei diesen Uebermittelungen waltet. Wir sagen bis zu einem gewissen Grade, denn auf 364118 im Jahre 1865 beförderte interne Depeschen sind nur 41 Reclama-



tionen bei der Verwaltung eingegangen. Offenbar entspricht aber diese Zahl, mag die Meinung von unserem Telegraphendienste auch noch so günstig sein, den bei einer solchen Masse von Depeschen erfolgten Unregelmäßigkeiten nicht. Bei Hervorhebung dieser Thatsache beabsichtigen wir übrigens weit weniger günstige Schlüsse auf unsere Telegraphie zu ziehen, als das Publicum bei dieser Gelegenheit einzuladen, keine Unregelmäßigkeit hingehen zu lassen, ohne davon der Verwaltung Kenntniß zu geben, welche dadurch am sichersten in den Stand gesetzt wird, die Mängel in der Organisation oder die Nachlässigkeit der Beamten zu constatiren und Abhülfe zu schaffen. Von diesen 41 Reclamationen bezogen sich 9 auf Verstümmelungen, 31 auf Verlust und Verspätung und 1 auf einen anderen Fall. Nach erfolgter Prüfung wurden 10 als unbegründet abgewiesen; wogegen die Taxen der übrigen im Gesammtbetrage von 43. 75 Frcs. zurückbezahlt wurden, wovon 38 Frcs. von den fehlbaren Beamten als Bußen getragen werden mußten.

Im internationalen Dienste kommen die Reclamationen verhältnißmäßig zahlreicher vor, was einerseits daher rührt, daß die betreffenden Taxen bedeutender sind, und andererseits daher, daß die internationalen Depeschen weit mehr zwischen Handelsleuten ausgewechselt werden, welche sich des Telegraphen täglich bedienen, und die daher eher begreifen, daß es im Interesse einer sicheren Depeschenbeförderung liegt, wenn der Verwaltung von den ihnen widerfahrenden Unregelmäßigkeiten Kenntniß gegeben wird.

Von 227096 übermittelten internationalen Depeschen (Transit inbegriffen), kamen der Verwaltung 191 Reclamationen zu (weniger als 1 auf 1000), wovon sich 113 auf Verstümmelung, 73 auf Verlust oder Verspätung und 5 auf andere Fälle bezogen. Von dieser Anzahl wurden 57 abgewiesen, 134 mit Rückzahlung der Taxe erledigt. Die Schweiz mußte sich an 65 Rückzahlungen betheiligen, wovon 44 ganz, dagegen 21 theilweise zu ihren Lasten und theilweise auf das Ausland fielen. In 69 Fällen wurden die gesammten Taxen durch das Ausland vergütet. Die 65 ganz oder theilweise zu Ungunsten der Schweiz erledigten Fällen verursachten die Rückerstattung einer Gesammtsumme von 378. 81 Frcs., wovon 57. 50 Frcs. für verlorene oder verspätete und 321. 31 Frcs. für verstümmelte Depeschen. Diese Rückzahlungen übersteigen kaum 1 pro 1000 der internationalen Einnahmen, welche sich auf 345186 Frcs. beliefen. Endlich wurden 173. 50 Frcs. von der zurückbezahlten Summe durch die fehlbaren Beamten getragen.

Diese statistische Uebersicht zeigt, daß die Reclamationen verhältnißmäßig selten sind und daß sich die damit verbundenen Rückzahlungen jährlich auf eine nur unbedeutende Summe belaufen; dagegen bilden die durch sie herbeigeführten Untersuchungen eines der wirksamsten Mittel, die Aufmerksamkeit aller Beamten stets wach zu halten und so die Unregelmäßigkeiten möglichst zu beschränken.

Wenn wir uns bei diesen Einzelheiten länger aufhalten, so geschieht es deshalb, weil der Pariser Vertrag die Verpflichtung zur Rückzahlung für gewöhnliche Depeschen nur in dem Falle beibehielt, wenn dieselben nicht an ihre Bestimmung gelangen, und somit die Rückzahlungen für verstümmelte Depeschen abschaffte. Diese mit Rücksicht auf Vereinfachung, aber entgegen der Ansicht unserer Abgeordneten erlassene Vorschrift ist nach unserem Dafürhalten unzweckmäßig; dessen ungeachtet müssen wir uns in Betreff des internationalen Dienstes darnach richten und uns darauf beschränken, die Frage bei der ersten günstigen Gelegenheit wieder in Anregung zu bringen.

8. Finanzielles Ergebniß.

Die nachstehende Uebersicht enthält eine Vergleichung der hauptsächlichsten Ansätze der Einnahmen und Ausgaben der Rechnung von 1864, des Büdget von 1865 mit Inbegriff der Nachtragscredite und der Rechnung von 1865:

	Im Jahre 1864		Büdget und Nachtragskredite		Im Jahre 1865	
	Frcs.	Rp.	Frcs.	Rp.	Frcs.	Rp.
I. Einnahmen.						
a) Interner Verkehr	344829	90	365000	—	381378	13
b) Internationaler Verkehr . . .	270488	36	300000	—	345186	03
c) Verschiedenes	42264	87	35000	—	42018	09
Summa . .	657583	13	700000	—	768582	25
II. Ausgaben.						
1) Gehalte und Vergütungen . .	317630	68	363000	—	362279	77
2) Reisekosten	7363	90	13000	—	13002	92
3) Büreaukosten	34997	63	40000	—	39995	48
4) Gebäulichkeiten (Miethszinse) .	22138	31	27000	—	26457	23
5) Bau und Unterhalt der Linien .	146400	03	170000	—	169983	—
6) Apparate	35997	38	40000	—	39995	31
7) Büreaugeräthschaften	4151	10	5000	—	3497	95
8) Verschiedenes	3404	67	5000	—	2321	82
Summa . .	572083	70	663000	—	657533	48

Ueber dieses Ergebniß ist Folgendes zu bemerken:

I. Einnahmen.

a) Der Ertrag des internen Verkehrs zeigt gegenüber demjenigen von 1864 einen Zuwachs von 36548. 23 Frcs. und hat den Ansatz des Büdgets um 16378. 13 Frcs. überschritten. Diese Vermehrung entspricht der oben erwähnten Zunahme der Anzahl der internen Depeschen.

b) Der Ertrag des internationalen Verkehrs (Transit inbegriffen) hat die entsprechende Einnahme von 1864 um 74697. 67 Frcs., diejenige von 1863 um 32932. 22 Frcs. und den Ansatz des Büdgets um 45186. 03 Frcs. überschritten.

Faßt man bei dem Gesammtertrage dieser Rubrik nur den Ertrag des Transits an sich ins Auge, so sehen wir denselben von 62170. 15 Frcs., welche Summe er noch im Jahre 1864 erreicht hatte, im Jahre 1865 auf 53758. 25, d. h. um 8411. 90 Frcs. herabsinken. Die erwähnte Vermehrung ist daher ausschließlich dem Verkehr zwischen der Schweiz und dem Auslande beizumessen. Dieses Resultat entspricht der in unserem letzten Berichte ausgesprochenen Vermuthung und zeigt, daß, wenn auch die gegenüber den benachbarten Staaten eingetretene Herabsetzung der Taxen im ersten Jahre (1864) eine wesentliche Verminderung des Ertrages bewirkte, die Vermehrung des Verkehrs diesen Ausfall bald gedeckt hat. Die Abrechnungen mit dem Auslande (2 Semester 1864 und 1 Semester 1865) zeigen folgenden Umsatz:

Bruttoeinnahme von 1865		476676. 04 Frcs.
Zahlungen an das Ausland	157342. 44 Frcs.	
" vom Auslande	25852. 43 "	
Somit sind von der Bruttoeinnahme abzuziehen		131490. 01 "
Betrag der Einnahmen, wie er in der Rechnung von 1865 erscheint		345186. 03 Frcs.

Zur Ausgleichung einer dieser Abrechnungen wurde ein Wechsel auf Paris von 9300 Frcs. bei einem Banquier in Bern gekauft, welcher dann seine Zahlungen einstellte, bevor jener Wechsel ein-

gelöst wurde. Derselbe kam ohne Accept zurück. Die Verwaltung sah sich daher für den fraglichen Betrag in der darauf folgenden Liquidation betheiligt, welche noch nicht beendigt ist. Inzwischen erscheint der fragliche Betrag unter der Summe der Zahlungen an das Ausland; was dann in der Liquidation erhältlich ist, wird in der nämlichen Rubrik in Abzug gebracht. Es ist dies der einzige Fall der Art, welcher in der Telegraphenverwaltung seit ihrer Gründung vorgekommen ist. Nichtsdestoweniger haben wir neue Vorsichtsmaßregeln ergriffen, um Wiederholungen so viel als möglich vorzubeugen.

Im Ferneren mangelt in den mit dem Auslande bewerkstelligten Abrechnungen diejenige mit Italien vom 2. Quartal 1865, von welchem Staate die bezüglichen Rechnungen nicht zeitig genug eingegangen sind. Dieses Quartal saldirt mit einem Guthaben von 4744. 90 Frcs. zu Gunsten der Schweiz, welcher Betrag in der Rechnung von 1866 erscheinen wird.

Wir müssen jedoch bemerken, daß das schöne Resultat der internationalen Einnahmen nicht zu hoch angeschlagen werden darf; im ersten Semester, dessen Liquidation, wie wir gesehen haben, in der Rechnung erscheint, belief sich die Bruttoeinnahme auf 188000 Frcs., während sie im zweiten Semester 288000 Frcs. überstieg, mit einer Vermehrung von 100000 Frcs.; allein diese Vermehrung ist größtentheils dem sehr lebhaften Verkehre mit dem Orient (namentlich Indien) beizumessen, wofür wir sehr bedeutende Taxen erhoben haben, welche beinahe ganz an das Ausland abzuliefern sind, indem der uns verbleibende Antheil verhältnißmäßig unbedeutend ist. Daher belief sich der Saldo der vier im Jahre 1865 mit dem Auslande liquidirten Quartale nur auf 131000 Frcs., während der Saldo des dritten Quartals 1865 allein auf 70000 Frcs. ansteigt. Dieser Umstand, welcher den Rechnungssaldo von 1865 unverhältnißmäßig erhöhte, wird denjenigen von 1866 in gleichem Verhältnisse vermindern; es wäre daher unklug, dies bei den Schlußfolgerungen unberücksichtigt zu lassen, welche man aus den uns zur Prüfung vorliegenden Zahlen zu ziehen sich veranlaßt finden sollte.

c) Die Einnahmen unter Rubrik „Verschiedenes" weisen nur einen Minderbetrag von 246. 78 Frcs. gegenüber dem Ansatz von 1864 nach, und überschreiten den Ansatz des Büdgets um 7018. 09 Frcs.

Dieselben vertheilen sich wie folgt:

	Rechnung für **1864.**	Büdget für **1865.**	Rechnung für **1865.**
1) Gemeindebeiträge	30069. 77 Frcs.	27000 Frcs.	29931. 35 Frcs.
2) Rückzahlungen für Linienbauten	6661. 48 „	3000 „	5652. 88 „
3) Verschiedene andere Einnahmen	5533. 22 „	5000 „	6433. 86 „
Summa . . .	42263. 87 Frcs.	35000 Frcs.	42018. 09 Frcs.

Die Gesammteinnahmen haben diejenigen von 1864 um 110999 12 Frcs. und den Ansatz des Büdgets um 68582. 25 überschritten.

II. Ausgaben.

Es fanden zwischen den wirklichen Ausgaben jeder Rubrik und den bewilligten Crediten so wenige Abweichungen statt, daß wir unsere Erläuterungen kurz fassen können.

1) Die Gehalte und Vergütungen haben die entsprechende Summe von 1864 um 44649. 09 Frcs. überschritten und sind um 720. 23 Frcs. unter den bewilligten Crediten geblieben. Der bedeutende Verkehrsaufschwung erklärt die erhöhten Ausgaben dieser Rubrik, für welche ein Nachcredit von 6000 Frcs. bewilligt worden ist.

2) Die Reisekosten haben diejenigen von 1864 um 5639. 02 Frcs. überschritten und einen Nachtragscredit von 2000 Frcs. erfordert, welcher vollständig erschöpft wurde. Der im Mai 1865 zu Bern abgehaltene Telegraphistencours hat eine außerordentliche Ausgabe von mehr als 3000 Frcs. für Reisekosten und Tagegelder veranlaßt, welche den dieses Jahr besonders zahlreichen Aspiranten übungs-



gemäß verabfolgt wurden. Im Ferneren wird die beträchtliche Erhöhung dieser Ausgaberubrik durch die Abordnung nach Paris und Florenz erklärt, wo längere Unterhandlungen über Abschluß der (seitdem von der hohen Bundesversammlung genehmigten) Verträge geführt worden sind.

3) Die Büreaukosten, für welche ebenfalls ein Nachtragscredit von 5000 Frcs. verlangt werden mußte, haben den Betrag von 1864 auf um 4997. 85 Frcs. überschritten und die Summe der bewilligten Credite bis auf 4. 52 Frcs. erreicht. Die Vermehrung fand hauptsächlich bei den Drucksachen statt, sowohl wegen des lebhafteren Verkehrs, als wegen der behufs Vollziehung der neuen Verträge nöthig gewordenen Maßregeln.

4) Die Miethszinse haben die entsprechende Ausgabe von 1864 um 4318. 92 Frcs. überschritten und sind um 542. 77 Frcs. unter dem Ansatze des Büdgets geblieben.

5) Ebenso findet sich in der Rubrik „Bau und Unterhalt der Linien" eine Mehrausgabe von 23582. 97 Frcs. gegenüber der Rechnung von 1864; der Ansatz des Büdgets wurde bis auf 17 Frcs. erschöpft.

Auch die Ausgaben für Apparate haben den Credit des Büdgets vollständig erschöpft und den Betrag von 1864 um 3997. 93 überschritten.

Zudem hat das Inventar des Centralmagazins, welches sich am 31. December 1864 auf einen Werth von 9520. 91 Frcs. belief, eine Verminderung von 1883. 23 Frcs. erlitten und repräsentirte am 31. December 1865 nur noch einen Werth von 7637. 68 Frcs. Es war daher eine Erhöhung des Ansatzes dieser Rubrik, wie sie für das Büdget 1866 beschlossen wurde, sehr nothwendig.

7) Die Rubrik „Büreaugeräthschaften" blieb um 653. 15 Frcs. unter dem Betrage von 1864 und um 1502. 05 Frcs. unter dem Ansatz des Büdgets.

8) Endlich blieb die Rubrik „Verschiedenes" ebenfalls um 1082. 85 Frcs. unter dem Betrage von 1864 und um 2678. 18 Frcs. unter demjenigen des Büdgets.

Die Gesammtsumme der Ausgaben hat den Betrag von 1864 um 85,449. 78 Frcs. überschritten und ist um 5466. 52 Frcs. unter den bewilligten Crediten geblieben.

Der Activsaldo der Rechnung von 1865 beläuft sich auf	111048. 77 Frcs.
Derjenigen von 1864 auf	85499. 43 „
Der Reinertrag vermehrte sich daher um	25549. 34 „
Im Vergleich zur Rechnung von 1863 beträgt diese Vermehrung nur	10010. 17 Frcs.

Das Inventar der Telegraphenverwaltung an Mobiliar, Apparaten und Vorrathsmaterial für Linienbauten belief sich am 31. December 1865 auf 187148. 46 Frcs., mit einer Vermehrung gegenüber dem vorjährigen Inventar von 6590. 15 Frcs.

In unserm Verlage ist unter andern erschienen:

Brix, A. F. W., Königl. Geh. Regierungs-Rath, Lehrbuch der Statik fester Körper, in elementarer Darstellung mit besonderer Rücksicht auf technische Anwendung. 2te, gänzlich umgearbeitete Auflage. Erste Abtheilung: Die Lehren der reinen Statik enthaltend, mit 12 Figurentafeln und einem Anhange, eine Zusammenstellung der wichtigsten Theorien aus der niedern Analysis, Curvenlehre und Stereometrie. gr. 8. geh. 3½ Thlr.

Brix, Dr. P. W., Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigeren Brennstoffe des Preußischen Staates. Im Auftrage des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen und mit Unterstützung des Königlichen Ministeriums für Handel und Gewerbe ausgeführt und herausgegeben. gr. 4. 7½ Thlr.

Grapow, H., Königl. Baumeister, Zusammenstellung der Bestimmungen für das Bauwesen im preußischen Staate aus den Jahren 1845 bis 1852. (Ausschließlich des Wege- und Eisenbahnbaues.) gr. 8. geh. 15 Sgr.

———, Anleitung zur Aufsicht bei Bauten. Mit 14 Figurentafeln und vielen Tabellen. gr. 8. brosch. 1⅓ Thlr.

Henz, L., Königl. Geheimer Regierungs-Rath, Hülfstafeln bei Berechnung des Inhalts von Erdarbeiten beim Bau der Eisenbahnen, Chausseen und Kanäle. gr. 8. geh. 2⅔ Thlr.

———, Praktische Anleitung zum Erdbau. gr. 8. Mit einem Atlas in 4. 4⅔ Thlr.

———, Normalbrücken und Durchlässe nebst den zur Veranschlagung derselben erforderlichen Raum-Ermittelungen. Mit 22 Kupfertafeln. gr. 8. geh. 1⅔ Thlr.

Ingenieur's Taschenbuch. Herausgegeben von dem Verein „die Hütte". 6te Aufl. 8. 1 Thlr. 15 Sgr.

Malberg, A., Königl. Regierungs- und Baurath, Ueber Construction von Laschenverbindungen der Eisenbahnschienen in den Stößen und Verwendung von Stahl zu denselben, nebst einem Anhange, enthaltend: Beschreibung einer neuen Methode der Regeneration des verbrannten Stahls. Mit 2 Kupfertafeln und mehren Holzschnitten. 4. br. 20 Sgr.

———, Die Literatur des Bau- und Ingenieur-Wesens der letzten 30 Jahre, oder Verzeichniß der vornehmlichsten Werke in deutscher, französischer, englischer, italienischer, holländischer u. s. w. Sprache, welche die genannten Fächer betreffen. gr. 8. geh. 18 Sgr.

Manger, J., Königl. Bau-Inspektor, Professor und ordentl. Lehrer des Königl. Gewerbe-Instituts, Blätter für die gewerbliche Baukunde. Zum Gebrauche für Bauhandwerker, Baumeister, Fabrikanten und Landwirthe, sowie als Zeichnen-Vorlagen in Real- und Gewerbe-Schulen. Heft 1. Feuerungs-Anlagen. Mit 6 Kupfertafeln in Folio. 1⅔ Thlr.

Dasselbe. Heft 2. Runkelrüben-Zuckerfabrikation. Mit 7 Kupfertafeln. 1⅚ Thlr.

Dasselbe. Heft 3. Flachsgarnspinnereien. Mit 6 Kupfertafeln. 1⅔ Thlr.

Dasselbe. Heft 4. Brennereien. Mit 6 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 5. Färbereien. Mit 6 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 6. Brauereien. Mit 7 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 7. Tuchfabrik-Anlagen. Mit 6 Kupfertafeln. 1⅔ Thlr.

Dasselbe. Heft 8. Kattundruckereien. Mit 6 Kupfert. 1⅚ Thlr.

Minding, Ferd., Prof. der Mathematik an der Universität zu Dorpat, Sammlung von Integraltafeln zum Gebrauch für den Unterricht an der Königl. Bau-Akademie und dem Königl. Gewerbe-Institut. Im Auftrage des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten bearbeitet. Lex. 8. geh. 1⅙ Thlr.

Pleßner, Fr., Königl. Preuß. Eisenbahnbaumeister, Notizen zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preis-Ermittelungen und einem Anhange: Vergleichende Zusammenstellung der hauptsächlichsten Oberbausysteme bei deutschen Eisenbahnen. Mit 4 Kupfertafeln und vielen Holzschnitten. 2 Thlr.

Sammlung von Zeichnungen aus dem Gebiete der Wasserbaukunst, mit besonderer Rücksicht auf den Brückenbau. Für das Studium und den praktischen Gebrauch zusammengetragen unter Leitung des Herrn Prof. Schwarz, und zum Umdruck gezeichnet von Studirenden der Königl. Bau-Akademie in Berlin. 33 Tafeln in größtem Doppelfolio. 4⅔ Thlr.

Desselben Werkes zweiter Theil. 21 Tafeln in größtem Doppelfolio. 3⅓ Thlr.

Weishaupt, Th., Königl. Geh. Regierungs-Rath, Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen, angestellt im Sommer 1851 auf Veranlassung des Königl. Ministeriums für Handel Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Mit Holzschnitten und lithogr. Zeichnungen. Fol. geh. 3 Thlr.

Wiebe, F. K. H., Königl. Prof. und Lehrer an der Königl. Bau-Akademie und dem Gewerbe-Institut, Die Lehre von den einfachen Maschinentheilen, bearbeitet für den Unterricht an den Königl. Preuß. techn. Lehranstalten, sowie zum Gebrauche beim Entwerfen und Construiren von Maschinen und zum Selbst-Studium. In 2 Bänden. Mit einem Atlas von 40 Taf. Folio in aquatinta und vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Erschienen ist:
(Band I. mit 24 Kupfertafeln 5⅔ Thlr.)
(Band II. mit 26 Kupfertafeln 7⅓ Thlr.)

Zeitschrift für Bauwesen. Herausgegeben unter Mitwirkung der Königl. techn. Bau-Deputation und des Architekten-Vereins zu Berlin. Redigirt von G. Erbkam, Königl. Bau-Rath im Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. 1866. Preis des Jahrgangs von 12 Heften mit circa 90 Kupfert. in Folio und 4to. 8⅔ Thlr.

Dasselbe. Jahrgang 1851—1865 à 8⅔ Thlr.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redigirt von Dr. P. Wilhelm Brix.

Jahrgang XIII.

Berlin, 1866.

Verlag von Ernst & Korn.

(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung.)

(Vollständige Jahrgänge dieser Zeitschrift sind nur noch vom II. Jahrgange ab, zu beziehen. Jahrgang I. ist vergriffen.)

Zur Aufnahme in diese Zeitschrift bestimmte Beiträge und Mittheilungen, sowie alle deren Redaction betreffende Briefe und Zusendungen werden unter der Adresse des Redacteurs, oder unter der Adresse: Redaction der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins, Johannisstr. 10, erbeten.



Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redacteur Dr. P. W. Brix. Verlag von Ernst & Korn.

Heft VI und VII. Jahrgang XIII. 1866.

Beschreibung eines Relais zum gleichzeitigen Schluß zweier elektrischen Ketten.

Von A. Busse,
Königl. Preuß. Telegraphen-Secretair.

(Hierzu die Kupfertafel VII.)

Unter den den Zwecken der elektrischen Telegraphie dienenden Apparaten nimmt das Relais unstreitig eine der ersten Stellen ein. — Die mancherlei Veränderungen, welche dieser Apparat seit seinem Bestehen erfahren, geben davon Zeugniß wie sehr man bemüht war das Relais, bezüglich seiner Wirkung, auf eine möglichst hohe Stufe der praktischen Brauchbarkeit zu erheben. Indessen haben diese Aenderungen, — bei denen es sich fast immer um Ausnützung der Stromstärke, resp. um Erzielung möglichst günstiger magnetischer Effecte handelte — meistens*) die Form und Masse der Anker und Eisenkerne, sowie die Dimensio-

*) Dies ist wohl zu viel gesagt, auch in anderen Richtungen sind an der Construction des Relais die mannigfachsten Aenderungen versucht worden, die allerdings in der Praxis und namentlich bei der preußischen Verwaltung wenig Eingang gefunden haben. Was die im vorliegenden Aufsatz empfohlene Einrichtung selbst betrifft, so ist die Idee durch einen Elektromagnet gleichzeitig zwei verschiedene Stromkreise schließen zu lassen, ebenfalls nicht neu, sondern schon mehrfach in verschiedener Weise für elektromagnetische und Telegraphenapparate in Vorschlag gebracht worden; dieselbe hat aber wenig Freunde gefunden, weil einentheils die vorgeschlagenen Constructionen meist nicht volle Sicherheit für den Schluß beider Contacte boten, hauptsächlich aber, weil diese Constructionen stets ziemlich complicirt sind und man den Apparaten in erster Linie die möglichste Einfachheit zu wahren wünschte, durch welche das Morsesystem ja so ausgezeichnet ist. Es kann indeß nicht schaden, wenn der



nen 2c. der Multiplicatorwindungen betroffen; — der Telegraphircontact ist nur insofern davon berührt worden, als in Folge jener Umgestaltungen eine Veränderung seiner Form oder des Platzes nothwendig wurde.

Von einer wesentlichen Umgestaltung des letzteren wird nun nachstehend bei Beschreibung des Doppelcontactrelais die Rede sein.

Bekanntlich vermittelte seither der Telegraphir-(Arbeits-)Contact am Relais den Schluß einer neuen Kette, welche letztere entweder als Localbatterie einen Schreibapparat in Bewegung setzt, oder als neue Linien-(Uebertragungs-)Batterie das Relais der entfernten Station afficirt.

Beiden Functionen gleichzeitig konnten die bisherigen Relais nicht genügen und war man um deshalb genöthigt, den Schluß der neuen Uebertragungsbatterie dem Morse-Schreibapparat aufzuerlegen, wenn ein Apparatensystem abwechselnd sowohl zur Uebertragung als auch zur Correspondenz nach beiden Seiten dienen sollte.

Das nachstehend beschriebene und auf Taf. VII, Fig. 1 und 2 skizzirte Relais ist nun so eingerichtet, daß es zwei besondere Ketten gleichzeitig schließen kann. Im Uebrigen basirt seine Construction auf derjenigen des bei der preußischen Telegraphenverwaltung gebräuchlichen Relais mit Winkelhebel (construirt vom Regierungs- und Baurath Borggreve und beschrieben Band VIII, S. 1 dieser Zeitschrift).

Der bisherige Arbeitscontact ist beim Doppelcontactrelais durch einen zweiarmigen leichten Metallhebel A (Figur 1 und 2) ersetzt worden, der mittelst Zapfen bei z drehbar in Lager eingelegt ist und durch die beiden Schrauben S und S' in seiner Bewegung begrenzt wird. Der um diesen Hebel gelegte Metallstreifen q ist durch Unterlage von Elfenbein von den übrigen Metalltheilen des Hebels A isolirt. Im Ruhezustande drückt die Abreißfeder f den Hebel A gegen die Spitze der Schraube S und ist letztere so zu reguliren, daß zwischen Hebelarm w und Ankerhebel b (bei o) noch ein kleiner Zwischenraum bestehen bleibt.

Wie Figur 3 zeigt, steht der Ständer G mit dem einen Pole der neuen Linienbatterie in Verbindung, während der andere Pol zur Erde geführt und die Leitung wie seither mit dem Apparatkörper durch die Schraube k verbunden ist. Die Batterie wird geschlossen so oft der Winkelhebel b beim Ankeranzuge zu dem Elektromagnet E niederbewegt wird und mit seinem äußersten Ende bei i gegen den Hebelarm w drückt, der durch das Arlager mit dem Ständer G leitend verbunden ist. Der Hebelarm w giebt diesem Drucke um ein Weniges nach, bis dahin, wo der längere Arm v durch die Schraube S' aufgehalten wird. Durch letzteren Contact wird der Schluß der zweiten Kette (Localbatterie) hergestellt, deren Pole einerseits mit der Abreißfeder f mittelst der Schraube t' am Ständer P und andererseits durch die Schraube t'' am Ständer J verbunden sind. Die Ständer J, G und P sind mit entsprechenden Ausschnitten versehen, durch welche die beiden Schraubenstangen n und n' frei hindurchgeführt sind, so daß die Isolation der letzteren gesichert ist.

Damit der Raum, um den sich der Hebelarm w bei o bewegt, nur ein Minimum be-

---

Gegenstand wieder einmal zur Erörterung gebracht wird, zumal die Construction des Herrn Busse einige unverkennbare Vortheile besitzt. D. Red.



trage, ist beim Einstellen der Contacte mittelst der Schrauben S und n' der Spielraum, in dem sich der kürzere Hebelarm w bewegt, möglichst klein zu bemessen. Ein Nachtheil für den sicheren Schluß der Kette kann durch den beweglichen Contact voraussichtlich nicht entstehen, wohl aber wird der Schluß der Uebertragungsbatterie einen Moment früher anheben und etwas länger währen, als es sonst der Fall sein würde. Dieser Umstand kann aber für die übertragene Schrift nur von Vortheil sein, da nach Aufhören des die Relaisumwindungen durchfließenden Stromes, der Uebertragungsstrom noch einen Augenblick andauert, wodurch die Vortheile, welche Federcontacte für die Uebertragung gewähren, auch diesem Apparat zu Gute kommen. Sind mittelst der Schrauben S und n' Hebel A und Ankerhebel b einmal in normale Entfernung eingestellt, resp. ist die Hubhöhe regulirt worden, so ist ein öfteres Einstellen der Contacte nicht erforderlich, da mittelst der Schraube S'' der Arm h des bei x drehbaren Hebels H gehoben oder gesenkt und somit bei wechselnden Stromstärken, die auf h lose aufgesetzten Eisenkerne dem Anker a beliebig genähert oder davon entfernt werden können. (Diese Art der Regulirung ist mit der beim Farbschreiber von Siemens und Halske angewandten fast identisch und weicht von derselben nur darin ab, daß beim Doppelrelais die Spitze der Schraube S'' frei auf dem Hebelarm h' steht, während dieser nach der W. Siemens'schen Methode die Mutter für die Schraubengänge von S'' bildet).

Die Beibehaltung einer annähernd gleichen Hubhöhe bei wechselnden Stromstärken ist bei den gegenwärtigen Relais nur mit Aufwand von Zeit und Mühe zu erreichen und begnügt man sich, wenn die Wirkung der Abreißfeder nicht mehr ausreicht, in der Praxis häufig damit, mittelst Umstellen der Ruhecontactschraube (n') den Anker dem Elektromagnet mehr zu nähern oder davon zu entfernen. Diese Manipulation kann aber nur von geübten Beamten mit Sicherheit ausgeführt werden, hat aber auch dann noch ein immer nachtheiliges Variiren in der Hubhöhe zur Folge*).

Kommen wir nun auf den speciellen Zweck des Doppelrelais zu sprechen, so dürfte aus Vorstehendem ohne Weiteres abzuleiten sein, daß die durch diesen Apparat für den telegraphischen Betrieb zu erwartenden Vortheile nur da zur Geltung kommen können, wo es sich um den gleichzeitigen Schluß zweier Ketten handelt, d. i. bei der Uebertragung.

In einer Telegraphenleitung belegene Zwischenstationen, welche den Anforderungen sowohl zur Correspondenz nach beiden Seiten, wie auch zur gelegentlichen Uebertragung genügen sollen, sind zu diesem Behufe meistens mit einem System von 4 Apparaten (2 Relais und 2 Morseschreibern) versehen [1]), wobei der Schluß der neuen Linien-(Uebertragungs-)Batterie indirect durch den Morse geschieht. Diese Art der Uebertragung bringt aber, je öfter

---

*) Die beschriebene Construction bietet auch den Vortheil, daß bei Schließung des Stromes, wenn der Anker noch in seiner größten Entfernung von den Kernen sich befindet, der entstehende Magnetismus nur die Gegenkraft der Hauptspannfeder F zu überwinden hat, während bei Aufhören des Stromes beide Federn mit vereinter Kraft auf Abreißen des angezogenen Ankers wirken. D. R.

[1]) Es giebt zwar noch eine und zwar die allereinfachste Art der Uebertragung, mittelst direct in die Linie eingeschalteter Morse-Farbschreiber (ohne Relais). Leider aber wirkt hierbei dem an sich schon wenig kräftigen Ankeranzuge der Papierstreifen hindernd entgegen, so daß eine sichere Uebertragung damit nicht zu erreichen steht. Aus diesem Grunde findet dieser Uebertragungsmodus wenig Anwendung.

sie sich in einer langen Linie wiederholt, eine um so nachtheiligere Verlangsamung der Correspondenz mit sich.

Man bedient sich daher für die Translation auf langen Linien meistens der Relaisübertragung, der man aus verschiedenen Gründen vor den übrigen Methoden den Vorzug giebt.

Zu einem solchen Uebertragungssystem gehörten seither 3 Relais *), sowie 1 Controllapparat (Schreiber oder Klopfer).

Als Uebertrager angewandt, würde das Doppelrelais gegen das seitherige einfache Relais den Vortheil bieten, für alle Combinationen die Relaisübertragung benutzen zu können. Dies würde namentlich für permanente Uebertragungsstationen von großem Nutzen sein, da sie zur Entlastung der Nebenleitung bei Störung, Anhäufung 2c., die sonst ausschließlich zur Uebertragung benutzten Apparate, ohne Weiteres für die Functionen einer Endstation dienstbar machen könnten. Für die ausschließliche Relaisübertragung wird ferner das bisherige (dritte) Controllrelais entbehrlich, da der Controllschreiber durch die Uebertrager selbst geschlossen wird.

In Figur 3 sind die Apparatverbindungen einer Zwischenstation, die sowohl mittelst Relais übertragen, als auch die Functionen einer Endstation versehen kann, dargestellt. Der Uebertragungsstromlauf ist mit feineren, der der Localbatterie mit feinen gebrochenen Linien aufgetragen worden. Der in dieser Figur angewandte Umschalter U ist der bei der königlich preußischen Telegraphenverwaltung unter der Nr. 5 eingeführte. Stöpsel, in den Löchern 2, 3 und 5 (wie gezeichnet) ist Uebertragungs-, in den Löchern 5, 7 und 8 eingesetzt, ist Stationsstellung 2c.; u ist ein Ausschalter aus dem der Stöpsel entfernt wird, wenn ein Mitlesen bei der Translation nicht erforderlich ist.

*) Es wird jetzt auf den preußischen Uebertragungsstationen als Controlapparat gewöhnlich ein Farbschrift-Morse angewendet, dessen Umwindungen direct in den abgehenden Strom — zwischen Batterie und den Telegraphircontacten der übertragenden Relais — eingeschaltet werden, wodurch denn das dritte Relais fortfällt. D. R.



Leitungs-Blitzableiter.

(Hierzu die Kupfertafeln VIII und IX.)

Im April d. J. wurde von dem Königl. Norwegischen Telegraphen-Director Herrn Nielsen der auf Tafel VII, Fig. 1 und 2 in $\frac{2}{3}$ natürlicher Größe abgebildete Leitungsblitzableiter der hiesigen Telegraphenverwaltung zur Ansicht zugesendet. Derselbk ist zur Verwendung auf der Linie außerhalb der Stationen, an Uebergangsstellen zwischen oberirdischer und unterirdischer oder Untersee-Leitung und ähnliche Zwecke bestimmt, wie auch schon die Gestalt lehrt.

Er besteht aus zwei centrisch in einem Isolator J von Kammmasse befestigten Messingröhren, deren äußere AA, die andere BB centrisch umgiebt, so daß die Innenseite der ersteren der Außenfläche der anderen auf der ganzen Länge nahe gegenübersteht, aber durch einen ringförmigen Zwischenraum von 1 Millimeter Dicke von derselben getrennt und dadurch gleichzeitig gegen dieselbe isolirt ist. Die innere, oben geschlossene Röhre wird mittelst des mit Schraubengewinde versehenen Dornes b, der durch eine Durchbohrung des Isolators hindurchtritt und der Mutter D_1 im Isolator gehalten, während eine zwcite, an der Unterseite verzinnte Mutter D_2 zum Befestigen des Leitungsdrathes dient; sie ist also bleibend in leitender Verbindung mit der Leitung. Die äußere Röhre dagegen steht in leitender Verbindung mit der Erde. Sie bildet den Träger des Isolators, indem der an ihr angelöthete seitliche Fortsatz A_1A_1 durch zwei starke messingene Schrauben a a mit der an der Stange angeschraubten gußeisernen Console C verbunden ist; an dem Fortsatz A_1A_1 findet sich noch eine Schraube E zur Befestigung einer längs der Stange abwärts geführten Erdleitung. Das obere Ende dieser Röhre ist mit Gewinde direct in den Isolator eingeschraubt, das untere Ende wird durch die aufgelöthete zugleich als Verstärkung dienende Kappe B′ geschlossen, in deren durchbohrten Boden eine Glasröhre g eingekittet ist. Der Raum zwischen beiden Röhren ist mittelst einer Luftpumpe möglichst evacuirt (bis 1½ Centimeter Quecksilberdruck) und sodann durch Abschmelzung der Glasröhre geschlossen. Die übergeschobene Kappe h schützt die Glasröhre gegen Beschädigung. Herr Nielsen giebt in Bezug auf die Leistungen dieses Apparates noch an, daß bei Versuchen mit Inductionsapparaten der Widerstand dieses Blitzableiters sich ganz unbedeutend erwiesen hätte und daß es wahrscheinlich gelingen werde, denselben noch weiter zu vermindern, wenn man durch Anwendung besserer Luftpumpen die Verdünnung der Luft weiter treibt. Zur Prüfung mit starken Entladungsströmen habe sich noch keine Gelegenheit geboten.

Wir haben es also hier dem Wesen nach mit einem Platten-Blitzableiter zu thun, zwischen dessen cylindrisch gekrümmten Flächen sich eine dünne Schicht von stark verdünnter Luft befindet. Die dieser Construction zu Grunde liegende Idee ist eine durchaus richtige und die Art ihrer Verwirklichung sehr sinnreich. Ob indeß die Vorkehrung auch in der Praxis den Erwartungen vollständig und auf die Dauer entsprechen werde, wagen wir kaum zu hoffen. Schon in physikalischen Cabinetten hält es sehr schwer, Verschraubungen oder ähnliche Verschlüsse, namentlich wenn häufige und starke Temperaturwechsel eintreten, längere Zeit luftdicht zu erhalten, und an dieser Schwierigkeit sind auch seither in der Praxis alle Versuche, den luftleeren Raum bei Telegraphenblitzableitern zu verwenden, gescheitert. Man muß daher fürchten, daß auch die vorliegenden Blitzableiter nicht lange luftleer bleiben werdenn.

Mit diesen Bedenken soll indeß keineswegs über den vorliegenden Blitzableiter ganz der Stab gebrochen werden! seine Construction erscheint uns vielmehr in ihren Grundzügen sehr glücklich erdacht und praktisch brauchbar, und wir glauben, daß dieselbe auch ohne Anwendung der verdünnten Luft einen zwar etwas weniger wirksamen aber doch sehr brauchbaren, Beschädigungen und Störungen wenig ausgesetzten und zugleich durch Solidität der Construction und mäßigen Preis ausgezeichneten Blitzableiter geben wird, wenn man nur gegen das Eindringen von Staub und Insecten, sowie die Ansammlung von Condensationswasser im Innern desselben, die geeigneten Vorkehrungen trifft. Die Ausdehnung der wirksamen Flächen ist trotz des geringen Volumens des ganzen Apparates recht beträchtlich, nämlich etwa 18 Quadratzoll.

Es dürfte, um die eben gedachten Bedingungen zu erreichen, das untere Ende der Röhre A weder ganz offen bleiben, noch auch hermetisch geschlossen werden; im ersteren Falle würden bald Insectengespinnste und Staub den engen Zwischenraum zwischen den beiden Cylindern stellenweise ausfüllen, und es würden dann bei Nebelwetter die bekannten Störungen eintreten. Wäre dagegen die Röhre A durch einen aufgelötheten Boden hermetisch geschlossen, so würde bei Zunahme der Temperatur, etwa wenn die Sonnenstrahlen den Apparat treffen, die eingeschlossene Luft unter dem Bestreben sich auszudehnen, in der Verschraubung am oberen Ende sich einen Ausweg suchen. Auf demselben Wege würde beim Sinken der Temperatur kältere und relativ feuchtere Luft in den Apparat eindringen, bei fortschreitender Abkühlung würde sich dann aus dieser Wasser an den Wänden der Cylinder niederschlagen und an denselben zum Boden von A herabfließen. In diesem Sack sammelt sich dasselbe, und da auch bei einer darauf folgenden neuen Erwärmung des Apparates nur ein Theil dieses Wassers verdampft und wieder ausgetrieben wird, so nimmt seine Menge bei häufiger Wiederkehr des Vorganges allmählig zu, bis es das untere Ende des Cylinders B erreicht, und eine Nebenschließung zur Erde herstellt. Dieser Fehler kann alsdann zeitweise verschwinden, wenn die Sonne auf den Blitzableiter scheint und in Folge dessen ein Theil des Wassers verdampft, so daß seine Oberfläche unter B herabsinkt, er kehrt aber wieder, sobald die Temperatur sinkt und der eingeschlossene Wasserdampf sich wieder condensirt: Erscheinungen, die schon vor geraumer Zeit von Herrn Dr. Salzenberg bei den Stangenblitzableitern der Preußischen Ostbahn beobachtet, und im ersten Jahrgange dieser Zeitschrift S. 147 erwähnt worden.

Um diesem Uebelstande zu begegnen, darf man es nicht dem Zufall überlassen, wo etwa die Communication zwischen der eingeschlossenen Luft und der äußeren sich herstellen



wird, sondern muß vielmehr zu dem Ende besondere Oeffnungen anbringen, und zwar eng genug, daß keine Insecten eindringen können und am tiefsten Punkte des Bodens, etwa wie in Figur 3 skizzirt, so daß das im Innern des Apparates condensirte Wasser ausfließen, eventualiter bei eintretender Erwärmung durch die sich ausdehnende Luft hinaus gepreßt werden kann. Derselbe Erfolg würde übrigens auch bei der abgebildeten Construction schon nahezu erreicht werden, wenn man nur die äußerste Spitze des Glasröhrchens g abschneidet.

Rathsam ist es auch, das Volumen der im Blitzableiter eingeschlossenen Luft möglichst zu beschränken, denn von diesem Volumen hängt die Menge der kalten und relativ feuchten Luft ab, welche bei der auf eine vorhergegangene Erwärmung folgenden Abkühlung eintritt. Es müßte also die innere Röhre BB mit einem angelötheten Boden geschlossen oder, besser noch, durch einen massiven Cylinder ersetzt werden, so daß das eingeschlossene Luftvolumen auf das in dem ringförmigen Raume zwischen beiden Cylindern enthaltene beschränkt wird. Bei der erstgedachten Construction würde überdies der Dorn b eine centrale Durchbohrung erhalten müssen, um der eingeschlossenen Luft Gelegenheit zur Ausdehnung zu geben.

Man kann indeß auch die Communication zwischen der eingeschlossenen und der äußeren Luft ganz aufheben und so das Eindringen feuchter Luft unmöglich machen, indem man einen Theil des die Luft enthaltenden Raumes mit elastischen Wänden einschließt, so daß das Volumen dieses Raumes sich der jedesmaligen Temperatur der Luft entsprechend ändern kann. Diese Idee — die dem Schreiber dieses in der That am Fruchtbarsten erscheint, insofern sie am meisten Sicherheit gegen Ableitungen und Störungen bietet — liegt der in Figur 4 projectirten Construction zu Grunde.

Der aus gehärtetem Kautschuk anzufertigende Isolator hat die in Preußen übliche Doppelglockenform erhalten. Zwischen den Endflächen der Cylinder und dem Boden der innersten Vertiefung des Isolators sind zur besseren Dichtung zwei Kautschukringe gelegt; zwischen denselben ist eine erhabene kreisförmige Leiste stehen geblieben, welche in den Zwischenraum zwischen den Cylindern tritt und diese in richtigem Abstande von einander erhält; zur größeren Sicherung dieses Abstandes sind ferner auch am unteren Ende des inneren Cylinders drei kleine Vorsprünge von isolirender Substanz befestigt. Die unteren Enden beider Cylinder sind mit aus sehr dünnem Blech gedrückten, concentrisch gewellten Boden, ähnlich wie bei den bekannten Aneroidbarometern in Anwendung kommen, geschlossen. Dieselben haben vermöge dieser Construction eine außerordentliche Beweglichkeit, so daß sie dem geringsten Unterschiede im Drucke der von ihnen getrennten Luftmassen nachgebend, nach der Seite hin, wo der Luftdruck geringer ist, sich durchbiegen. Bei Zunahme der Temperatur werden deshalb diese beiden Böden sich von einander entfernen und so das Volumen des eingeschlossenen Raumes vergrößern, beim Fallen der Temperatur dagegen werden die Böden sich gegeneinander zu bewegen und das eingeschlossene Volumen passend vermindern. Damit der Raum im Cylinder BB mit der äußeren Luft communiciren kann, ist der Zapfen b in seiner Axe durchbohrt; eine lose aufgeschraubte oder aufgeschobene Kappe k verhindert das Eindringen von Feuchtigkeit und die Verstopfung dieses engen Kanales durch Staub 2c.

Will man die Wirksamkeit dieses Blitzableiters noch weiter erhöhen und sichern, so kann man auch den ganzen Raum zwischen den beiden Cylindern mit einem nicht zu feinen Pulver einer schlecht leitenden und nicht hygroskopischen Substanz, etwa Coaks, füllen. Dann

ist das Volumen der eingeschlossenen Luft so gering, daß man ein Eindringen von Feuchtigkeit bei Temperaturwechseln kaum zu fürchten hat, selbst wenn der Verschluß — der Boden von AA wird in diesem Falle natürlich nur gegengeschraubt — nicht ganz hermetisch sein sollte; während anderseits die feinen Spitzen des Coakspulvers den Uebergang der Elektricität erleichtern.

Im Uebrigen sind bei dem in Rede stehenden Project Construction und Dimensionen des Norwegischen Blitzableiters beibehalten.

Wir schließen daran die Beschreibung eines nach Anweisung des Herrn Regierungsraths Elsasser angefertigten Leitungs-Blitzableiters, der seit Kurzem — vielleicht auf Anregung der oben gedachten Mittheilung des Herrn Nielsen — in einigen Exemplaren auf den Preußischen Linien versuchsweise in Anwendung gebracht worden.

Derselbe ist auf Tafel IX in natürlicher Größe abgebildet. Die Figur 1 zeigt denselben in verticalem Durchschnitt, Figur 2 ist eine Seitenansicht des oberen Theiles, Figur 3 eine Oberansicht nach Abnahme des Deckels und Figur 4 eine Unteransicht des abgenommenen Deckels. J ist ein Isolator in Doppelglockenform, der bei dem uns vorliegenden Probeexemplar aus in Oel gesottenem Holz gedreht und lackirt ist, der aber später, wenn die Construction sich bewährt, aus gehärtetem Kautschuk angefertigt werden soll. Auf die obere Hirnfläche des Isolators ist eine etwas kleinere starke messingscheibe AA von 2 Zoll Durchmesser mit zwei Holzschrauben aa befestigt. Der Isolator ist ferner in seiner Axe durchbohrt und durch diese Durchbohrung tritt ein in dieselbe genau passender Messingstab B oder mit einem Zapfen in die Scheibe A eingeschraubt ist, während sein unteres, etwas verdicktes Ende mit einer Schraube b zur Befestigung des Leitungsdrathes versehen ist; bei x besitzt dieser Stab ferner noch eine Durchbohrung, um ihn mittelst eines eingesteckten Stiftes bequem drehen und fest in die Platte A einschrauben zu können.

Eine starke Fassung CO von Messingguß umschließt eng den Hals des Isolators und ist mit 2 Schrauben hh, deren eine in Figur 2 sichtbar ist, daran befestigt. An diese Fassung ist der in eine starke conische Holzschraube endende Arm G angegossen, mittelst dessen der Isolator nebst seiner Armirung an der Stange befestigt wird. Damit bei von beiden Seiten ungleichem Drathzug der Isolator nicht aus der verticalen Lage gedreht werden kann, hat die Schraubstütze G noch einen seitlichen Fortsatz F, durch dessen durchbohrtes Ende noch eine Holzschraube in die Stange gezogen wird. Diese Holzschraube dient gleichzeitig zur Befestigung der an der Stange abwärts geführten Erdleitung.

Die Oberkante cc der Zarge OC liegt in einer Ebene mit der fein geriffelten (siehe Figur 3) Oberseite der Platte AA. Ueber die Zarge CC greift der ebenfalls aus Messingguß hergestellte Deckel D, der an zwei diametral gegenüberstehenden Stellen mit Bajonetschluß δ (Figur 2) über zwei an der Zarge befindliche Stifte ee faßt, und hierdurch fest gegen die Zarge gedrückt werden kann, so daß in der ringförmigen Fläche bei dc (Figur 1) und an den Stiften e eine innige Berührung zwischen Deckel und Zarge stattfindet. Der über der Platte A liegende Theil der Innenseite des Deckels dagegen tritt etwas zurück und ist mit feinen concentrischen eingedrehten Rinnen versehen, wie in der Figur 4 angedeutet. Der

Deckel berührt also die Platte A nicht, sondern ist durch eine dünne Luftschicht von derselben getrennt und gegen dieselbe isolirt.

Es ist ersichtlich, daß die Platte A und der Deckel D einen gewöhnlichen Plattenblitzableiter bilden. Die wirksame Fläche desselben ist allerdings sehr gering — kaum 3 Quadratzoll — indeß ist dieser Uebelstand durch den geringen Abstand zwischen A und D einigermaßen ausgeglichen.

Rathsam dürfte es sein in den Hals des Isolators an zwei oder drei Stellen flache verticale Rinnen bis zur Unterkante der Fassung einzuschneiden, damit in dem engen eingeschlossenen Raum zwischen C und A die Luft frei circuliren und sich daselbst kein Wasser ansammeln kann.

Die beabsichtigte Verwendung von Horngummi zum Isolator scheint in der That unerläßlich; bei dem Holzisolator könnte leicht durch ungleiches Verziehen dieses Materials eine Nebenschließung zwischen A und D herbeigeführt werden.

Ueber die Entladung der elektrischen Batterie und den Einfluß der Gestalt der Leiter auf dieselbe.

Von **C. M. Guillemin.**

(Aus den Comptes rendus, Sitzung vom 14. Mai 1866, Tome LXII. Nr. 20, S. 1083.)

Versuche über Blitzableiter für telegraphische Zwecke, mit denen die Commission de perfeccionnement des lignes télégraphiques die Herren Bertsch, Hughes und den Verfasser betraut hatten, haben uns im vergangenen Jahre Anlaß gegeben zur Beobachtung einer Thatsache, welche mit den bekannten Gesetzen der Leitungsfähigkeit der Leiter für galvanische Ströme nicht in Einklang zu stehen schien. Ein continuirlicher Kupferdrath leitete den Entladungsstrom einer Leydener Batterie nicht merklich besser als ein gleicher Drath mit einer Unterbrechungsstelle, in welche man einen Spitzen-Blitzableiter eingeschaltet hatte: dies war die Thatsache, die sich uns bei unseren Beobachtungen darbot. In den folgenden Zeilen ist das Resultat der Untersuchung niedergelegt, welche ich angestellt habe um zu ermitteln, in wie weit diese Thatsache etwa von den bekannten Gesetzen abweicht.

Nach dem Ohm'schen Gesetze ist die Intensität des elektrischen Stromes, sobald er stabil oder permanent geworden, unabhängig von der Oberfläche des Leiters. Nach meinen



Versuchen wird bei dem Entladungsstrom der Leydener Flasche, welcher den variablen, noch nicht merklich permanent gewordenen Zustand repräsentirt, durch Vergrößerung der Oberfläche des Leiters der Durchgang des Stromes erleichtert.

Um dies nachzuweisen ordnete ich zwei Leiter dergestalt an, daß sie gleichzeitig von der Entladung einer starken Batterie von sechs Leydener Flaschen mit zusammen etwa 1 Quadratmeter Condensatorfläche durchlaufen wurden. Der eine Leiter enthält einen Eisendrath von $\frac{1}{10}$ Millimeter Durchmesser, dessen Länge nach Belieben geändert werden kann; der andere ist als Abzweigung neben jenen geschaltet. Bei letzterem Leiter wurde die Gestalt und Anordnung abgeändert, dabei aber der Querschnitt constant erhalten. Der Einfluß dieser Aenderungen documentirt sich in der größeren oder geringeren Länge, die man dem Eisendrath geben kann, ohne daß er abschmilzt.

Dieser zweite Leiter wird von einem 2 Meter langen und 6 Centimeter breiten Blatt Zinnfolie gebildet, das auf eine Glastafel isolirt aufgelegt ist. Man überzeugte sich zunächst, daß dieses Stanniolblatt einen so großen Theil des Entladungsstromes abzweigt, daß der etwa 15 Centimeter lange Eisendrath nicht bis zur Rothglühhitze erwärmt wird; wenn man alsdann das Zinnblatt durchknifft und die Hälften aufeinander legt, so daß ohne Aenderung der Länge und des Querschnitts die Oberfläche vermindert wird, so erhitzt sich der Eisendrath bis zur dunkelen Rothgluth und wenn durch mehrfaches Zusammenfalten die Oberfläche immer mehr vermindert wurde, so erreichte schließlich der Eisendrath auf seiner ganzen Länge die Schmelztemperatur.

Auch wenn man den zweiten Leiter nicht als Zweigleitung neben dem Eisendrath, sondern beide hintereinander in den Weg der Entladung einschaltet, macht der günstige Einfluß der Vergrößerung seiner Oberfläche sich geltend.

Diese Thatsache scheint Inductionswirkungen beizumessen zu sein, welche die verschiedenen Theilchen des Leiters während des variablen elektrischen Zustandes gegenseitig auf einander ausüben. Der folgende Versuch scheint diese Ansicht zu bestätigen.

Es werden als Abzweigung am Schließungsbogen der Leydener Batterie 60 Metalldräthe von 2 Meter Länge und $\frac{1}{4}$ Millimeter Durchmesser angewendet; alsdann ist der Eisendrath gegen Abschmelzen gesichert und erwärmt sich nicht bis 400°, so lange diese Metalldräthe in Abständen von 1 Centimeter nebeneinander liegen; wenn man aber die Ableitungsdräthe einander mehr nähert, so erwärmt sich der feine Eisendrath stärker; er läuft an, beginnt zu glühen und schmilzt endlich, wenn die 60 Abzweigungsdräthe einander sehr genähert worden. Die Wirkung erreicht ihr Maximum wenn die Dräthe zu einer Schnur zusammengedreht werden.

Treibt man es in Herbeiführung der Bedingungen, welche das Phänomen begünstigen noch weiter, so läßt sich leicht nachweisen, daß ein Leiter mit großer Oberfläche einen viel größeren Widerstand für den galvanischen Strom besitzen kann als ein anderer cylindrischer Drath, und doch die Entladung der Leydener Batterie besser leitet, als dieser.

Wenn die Leiter sehr dick und kurz sind, so wird durch Einschaltung einer dünnen Luftschicht in einen derselben das Verhältniß der Elektricitätsmengen, welche beim Durchgange der instantanen Entladung sie durchlaufen nicht erheblich geändert. Darauf beruht denn die ursprünglich beobachtete Thatsache.



Die vorstehenden Resultate wurden auch mittelst des Rieß'schen Luftthermometers bestätigt.

Diese Thatsachen deuten naturgemäß darauf hin, daß es vortheilhaft sein muß, bei den Blitzableitern der Telegraphenstationen für die Ableitung des Erdkegels zur Erde statt runder Kupferdräthe Kupferblechstreifen von 2 bis 3 Centimeter Breite bei 1 Millimeter Dicke zu verwenden. Es ist anzunehmen, daß der Schutz dann erheblich wirksamer sein würde.

Bei diesen Versuchen diente ein großer Rhumkorff'scher Apparat zum Laden der Batterie. Es bedurfte nur 5 bis 6 Secunden, um die Batterie von 6 Flaschen stark zu laden. Die kräftige Wirkung dieses Apparates ermöglicht es, mit großer Leigkeit Versuche anzustellen, die sich mit den gewöhnlichen Elektrisirmaschinen nur sehr schwierig würden ausführen lassen.

Versuch einer combinatorischen Analyse der Verbindung zweier Endstationen.

Von **Joh. Mattausch,**
k. k. Telegraphist in Oderberg.

Die Schemalehre der Telegraphie, auch Combinationslehre schlechtweg, umfaßt die Lösungsmethoden der verschiedensten Linienverbindungen, mit den hierzu nothwendigen Apparaten. In allen hierbei möglichen Aufgaben bieten die Lehren der Physik, zufolge welchen der von einer Batterie ausgehende Strom, wieder zu derselben zurückkehren muß, den wichtigsten Anhaltspunkt, und erscheint die Frage: ob dieselbe Aufgabe nicht auf mehr als auf eine Weise lösbar, offen, zumal es ohnedem oft den Anschein hat, als würde eine oder die andere Lösung nur zufällig gefunden.

Wenn wir in Nachstehendem zeigen, in welcher Weise man die sämmtlichen, überhaupt möglichen Lösungen einer Aufgabe in Vorhinein bestimmen kann, um solche daraus zu wählen, welche mit den physikalischen Grundsätzen in Einklang sind, so haben wir die obige Frage damit beantwortet.

Die mathematische Combinationslehre bietet uns hierbei die nöthigen Anhaltspunkte.

Schon in dem älteren Systeme, wo unsere modernen Lamellenwechsel durch Klemmenvorrichtungen vertreten waren, kam man in die Lage, sich an die mathematischen Grundsätze der Combinationen zu halten, und zwar schon da, wo es sich darum handelte einen Punkt, der als mit einer Linie in Verbindung angenommen wurde, mit möglichst vielen, wenn nicht allen übrigen zu verbinden, und so einen allen Linien genügenden Wechsel mit der geringsten Klemmenzahl zu construiren.

Ehe wir daran gehen, die Gesetze zu zeigen, die auch bei anderen Verbindungen stattfinden, müssen wir einige Bemerkungen über gebrauchte Bezeichnungen machen.

Es ist eine nur in gewissem Sinne richtig gebrauchte Bezeichnung, wenn man von einer Apparatcombination spricht, und zwar ist dieselbe nur in sofern richtig, als man die Apparate, die zusammensetzenden Theile (Elemente) eines Ganzen hierbei berücksichtigt.

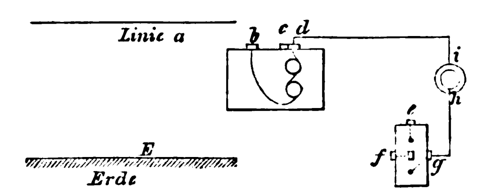
Was in der Schemalehre combinirt werden soll, sind jedoch Apparate und Linien zu gleicher Zeit. Wir sind ferner genöthigt, auch die Erde als ein combinirbares Element zu betrachten, indem seit der durch Steinheil gemachten Erfahrung, die Erdleitung, statt der früher gebrauchten Rückleitungen dem Strome den Rückweg zur Batterie gestattet.

Wenn wir von einem bestimmten Falle ausgehen und uns die Aufgabe stellen: zwei Endstationen mit einander zu verbinden, so frägt es sich zunächst, welches sind die zu combinirenden Elemente hierbei? Es genügt offenbar, bloß die Combinationen an einer Endstation zu bestimmen, nachdem beide identisch zusammengestellt werden.

Die zu diesem ersten einfachsten Schema nothwendigen Apparate (Elemente im oben angedeuteten Sinne) sind: ein Relais, ein Taster, die Batterie nebst der Luftleitung und Erdleitung oder Erde schlechtweg; denn wir können Morsé sammt Localbatterie und Boussole, als unnöthig zur Verfolgung des Stromes, weglassen.

Wir wollen in diesem Aufsatze unter combinationsfähigen Elementen jedoch bloß jene Punkte an den Apparaten und Linien verstanden haben, die in Wirklichkeit verbunden werden müssen, und leiten die Zahl derselben aus der gegebenen Construction besagter Apparate ab.

Als überhaupt combinirbare Punkte des Relais erscheinen die Punkte b c d, am Taster e f g, dann h i an der Batterie (die zwei verschiedenen Pole) und hierzu treten das Leitungsende a und die Erde E.



Aber aus der Construction der Apparate folgen constante Verbindungen, so z. B. die Verbindung des einen Batteriepoles (h) mit der Tasterklemme (g), sowie die des entgegengesetzten Poles (i) mit der Relaisdoppelklemme (d).

Diese beiden Verbindungen stellen sich deshalb als nothwendig heraus, weil es ja unbedingte Aufgabe des Tasters ist, den Strom in die Linie zu entsenden, anderseits aber die constante Verbindung am Relais dem ausgesandten Strome gestatten soll, zu seiner Batterie zurückzukehren (am Schlusse wird gezeigt, daß diese Bedingung noch anders zu erfüllen möglich ist).

Von den ursprünglich combinirbaren Elementen in unserem Sinne: abcdefghiE; bleiben nach Eliminirung der constant verbundenen, bloß abcefE als combinationsfähig, und diese 6 Elemente geben im Allgemeinen [nach der Formel $\left(\frac{n}{r}\right) = \frac{n(n-1)(n-2)\ldots\ldots(n-\{r-1\})}{1.2.3\ldots\ldots r}$, worin n die Anzahl der Elemente, r die Classe der Combination bedeutet] 15 verschiedene Combinationen der zweiten Klasse, und diese sind:

ab ac ae af aE,
bc be bf bE,
ce cf cE,
ef eE,
fe.

Diese 15 Complexionen enthalten sämmtliche Verbindungen, die mit den disponiblen Apparatpunkten ausführbar sind.

„Nachdem bei dem zu construirenden Schema kein Punkt unverbunden bleiben darf, andererseits aber ein Element mit einem zweiten nicht mehr als Einmal verbunden werden kann, so ergiebt sich von selbst, daß von den 15 Complexionen stets 3 davon gleich-

zeitig zu wählen sind, daß sie alle (6) Elemente enthalten ohne daß sich wie natürlich eines wiederholen würde."

Auf diese Weise ist es klar, daß uns hier die Aufgabe gestellt wird: diese 15 Complexionen wieder als Elemente im mathematischen Sinne zu betrachten, die sämmtlichen Combinationen dritter Classe ohne Wiederholungen zu bilden, und aus diesen die verwendbaren zu bestimmen; d. h. jene zu wählen, welche der oben erwähnten Bedingung Genüge leisten und überdies mit den physikalischen Principien über Stromgang im Einklang sind.

Nach obiger Formel: $\left(\frac{n}{r}\right) = \frac{n(n-1)(n-2)\ldots.(n-\{r-1\}}{1.2.3\ldots..r}$

haben wir $\left(\frac{15}{3}\right) = \frac{15.14.13}{1.2.3} = 455$ Combinationen dritter Classe.

Bekanntlich entstehen diese Ternen aus den Amben durch Verbinden dieser mit allen höheren Elementen als jene, die in der Ambe schon enthalten sind.

Um uns, auf eine kurze Zeit, an den Gedanken zu gewöhnen, obige 15 Complexionen stellen feste Verbindungen vor, bezeichnen wir selbe mit bloß einem Buchstaben, so daß **ab** = **A**, **ac** = **B**, **ae** = **C** 2c. in folgender Ordnung:

A B C D F,
G H K L,
M N O,
P Q
R

uns 15 Elemente geben, deren Combinationen dritter Classe wir bilden wollen.

Die ersten Amben sind folgende:

AB AC AD AF AG AH,
AK 2c. 2c.

Hieraus folgten die Ternen:

ABC ABD ABF ABG ABH ....
ACD ACF ACG ACH ....

setzen wir nun die ursprünglichen Werthe, so erhalten wir folgende Verbindungen:

ab ac ae, ab ac af, ab ac aE .....
ab ae af, ab ae aE, ab ae bc .....

Insgesammt stellen sich schon diese ersten Verbindungen als unbrauchbar heraus, indem wir sehen, daß darin ein Punkt (**a**) mit mehreren anderen gleichzeitig verbunden wird, während andere garnicht vorkommen, was der früher ausgesprochenen Bedingung zuwiderläuft, gleichwohl wissen wir, daß unter den übrigen nicht angeschriebenen jene Verbindungen vorkommen, die wir brauchen.

Aber diese 455 Combinationen wirklich zu bilden und die verwendbaren hieraus zu bestimmen, würde, wenn nicht mehr, gewiß eben so viel Zeit brauchen, als wir nöthig haben, um durch Zeichnen aller möglichen Verbindungen, zufällig die richtigen zu finden.

Es wäre hiermit wohl bewiesen, daß mathematische Grundsätze auf die Combinationen der Schemalehre anwendbar, aber in dieser Beziehung würde sie uns keinen praktischen Nutzen gewähren.

Viel zweckmäßiger erscheint folgender Weg:

Trachten wir unserer Aufgabe dadurch Genüge zu leisten, daß wir die ausgesprochenen Bedingungen erfüllen, nämlich daß wir nur solche Verbindungen bilden, in welchen nur lauter verschiedene Elemente erster Art (also verschiedene Buchstaben) vorkommen.

Beispielsweise muß also **ab** mit allen Complexionen verbunden werden, jenen ausgenommen, die **a** oder **b** schon enthalten.

Haben wir diese wirklich gebildet, und in ihrer Bildungsweise irgend eine mathematische Gesetzmäßigkeit gefunden, so ist diese mit Bestimmtheit die einfachste, welche sich wird finden lassen.



Aus den 15 Elementen ab ac ae af aE ꝛc. erhalten wir auf diese Weise 15 Gruppen, deren jede 6 Complexionen enthält. Wir verzeichnen die ersten nur und die letzte der Gruppen. Es sind nachfolgende:

I.	II.	III.	IV.
1) ab ce fE	ac be fE	ae bc fE	af bc eE
2) ab cf eE	ac uf eE	ae bf cE	af be cE
3) ab cE ef	ac bE ef	ae bE cf	af bE ce
4) ab ef cE	ac ef bE	ae cf bE	af ce bE
5) ab eE cf	ac eE bf	ae cE bf	af cE be
6) ab fE ce	ac fE be	ae fE bc	af eE bc

. . . .

XV. 1) fE ab ce
2) fE ac be
3) fE ae bc
4) fE bc ae
5) fE be ac
6) fE ce ab.

Bezüglich dieser Gruppen lassen sich jedoch folgende Bemerkungen machen:

Nachdem die Verbindungen aE (wäre in der Vten Gruppe) eine Unmöglichkeit enthalten, insofern, als dieselben eine der Aufgabe zuwiderlaufende Verbindung der Leitungsenden mit der Erde verlangen, fallen diese aus der Betrachtung.

Von den übrigen 14 Gruppen mit je 6 Complexionen, also mit 14 . 6 = 84 Verbindungen läßt sich jedoch behaupten, daß sich dieselben bloß auf 12 Complexionen reduciren lassen; eine wesentlich geringere Zahl, wenn wir der nach erster Art nöthigen 455 Combinationen gedenken.

Diese Reducirung ergiebt sich aus Nachfolgendem:

1) Abgesehen davon, daß schon der bloße Anblick zeigt, daß sämmtliche Complexionen 1 und 6, 2 und 5, 3 und 4 innerhalb einer und derselben Gruppe, als identisch zu betrachten sind, insofern als es bei unserer Aufgabe durchaus nicht auf die Ordnung oder Stellung der einzelnen (mathematischen) Elemente ankommt, sondern nur deren gleichzeitiges Vorkommen Hauptbedingung ist (so ist z. B. in Gruppe I ab ce fE identisch für uns mit ab fE ce ꝛc.) läßt sich auch

2) weiter behaupten, jede der übrig bleibenden Verbindungen komme mehr als einmal vor, und zwar entsteht die Complexion ab ce fE erstens dadurch, daß ab mit ce fE verbunden wird, zweitens weil ce mit ab fE, und endlich weil fE mit ab ce verbunden wurde. Von jeder anderen Complexion läßt sich dasselbe behaupten.

Nach Hinweglassung der einen der in jeder Gruppe doppelt vorkommenden Complexionen erhält man 14 Gruppen, deren jede 3 Complexionen enthält und diese 42 Verbindungen sind folgende:

I.	II.	III.	IV.
1) ab ce fE	ac be fE	ae bc fE	af bc eE
2) ab ef cE	ac bf eE	ae bf cE	af be cE
3) ab eE cf	ac bE ef	ae bE ef	af bE ce

V.	IV.	VII.	VIII.
1) bc ae fE	be ac fE	bf ac eE	bE ac ef
2) bc af eE	be af cE	bf ae cE	bE cf ae
3) bc aE ef	be aE cf	bf aE ce	bE af ce

IX.	X.	XI.	XII.
1) ce ab fE	cf ab eE	cE ab ef	ef ab cE
ce af bE	cf ae bE	cE ae bf	ef ac bE
ce aE bf	cf aE be	cE af be	ef aE bc

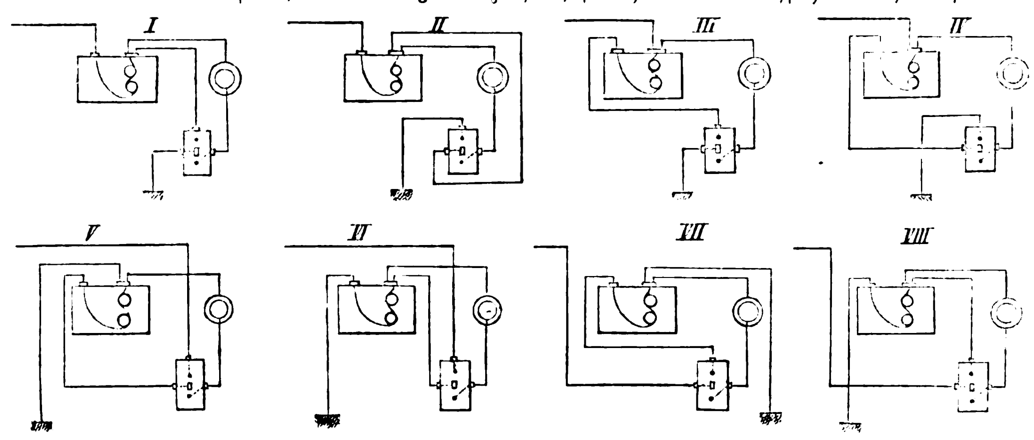
XIII.	XIV.
1) eE ab cf	fE ab ce
2) eE ac bf	fE ac be
3) eE af be	fE ae bc.

Auf diese Gruppen das ad 2) Gesagte angewendet, bemerken wir, daß I_1 mit IX_1 und XIV_1 zusammenfallen. Ebenso I_2 mit XII_1 und XI_1 &c. und als unter einander vollkommen verschieden bleiben uns übrig:

1) ab ce fE	3) ac be fE	ae bc fE	af bc eE
2) ab cf eE	4) ac bf eE	5) ae bf cE	7) af be cE
ab cE ef	ac bE ef	6) ae bE cf	8) af bE ce.

So wie wir die constanten Verbindungen der Apparate untereinander gedachten, so müssen wir auch jener constant verbundener Punkte erwähnen, die an einem Apparate vorkommen, solcher Art sind: ef am Taster und bc am Relais, und wir können deshalb in Vorhinein auch behaupten, daß aus den 12 Complexionen, jene wegfallen, welche eine der letztbezeichneten Verbindungen enthalten, und es bleiben bloß 8 Verbindungen die wir zu untersuchen haben, ob sie construirbar und welche Eigenthümlichkeiten der Stromgang zeigt. Es sind die Verbindungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Wenn wir diese acht Verbindungen verzeichnen, so erhalten wir nachstehende acht Schemas.



Bezüglich der verzeichneten Schemas läßt sich behaupten, daß

in I. die Verbindung der beiden Stationen derart dargestellt ist, daß, obwohl nirgends eine Stromtheilung erfolgt, dennoch die telegraphirende Station ihre eigenen Zeichen sieht, indem der durch die Linie rückkehrende Strom das eigene Relais passirt, um zur Battrie zu gelangen,

in II. entsteht unter den angenommenen Verhältnissen in c eine Stromtheilung, so zwar, daß ein fast unmeßbar kleiner Theil des Stromes in die Linie gelangt, während der größte Theil sofort zur Batterie zurückkehrt — daher an der entfernten Station keine Zeichen anlangen. (Es läßt sich nicht mit absoluter Bestimmtheit behaupten, daß aller Strom gleich zurückgeht, obwohl dies für gewöhnlich angenommen wird*) —

in III. sehen wir, daß der durch die Linie rückkehrende Strom, ohne das eigene Relais zu passiren, sofort zur Batterie zurückgeht — eine vollständige Lösung der Aufgabe der Verbindung zweier Endstationen, wovon stets nur eine Zeichen haben soll,

in IV. kehrt der Strom, ohne die Linie zu passiren, durch das eigene Relais zur Batterie zurück, es empfängt also bloß die telegraphirende Station Zeichen, was zweckwidrig und unbrauchbar ist,

*) Dies ist ein Irrthum; es tritt hier in der That gar kein Strom in die Leitung, weil bei niedergedrücktem Schlüssel die Verbindung zwischen Batterie und Erde unterbrochen ist.



in V. geschieht dasselbe wie in IV,

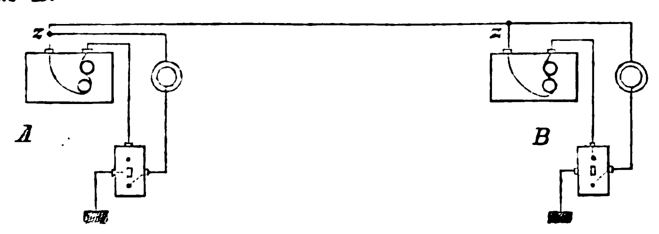
in VI. geschieht dasselbe wie in IV. und V. mit dem Unterschiede, daß selbst die telegraphirende Station keine Zeichen ihres Stromes erhält, insofern als derselbe unmittelbar von a zurückkehrt, ohne die Multiplication zu passiren,

in VII. folgt die zweite vollständige Lösung unserer Aufgabe, denn der in die Linie unmittelbar gehende Strom gelangt, nachdem er in der entfernten Station Zeichen gab, unmittelbar zur Erde, und von da, wieder durch die Erde, zur Batterie zurück,

in VIII. erfolgt dasselbe wie in VII *).

Aus der Zusammenstellung I bis VIII ersehen wir also, daß unter den angenommenen, sich gleich bleibenden Verhältnissen, drei vollständig der Aufgabe Genüge leistende Lösungen überhaupt möglich sind, die wir in den Skizzen III, VII, VIII verzeichnet haben.

Wir können jedoch nicht unerwähnt lassen, daß unter gewissen Umständen auch die Schemas I, II, IV, V, VI verwendbar werden können, und zwar dann, wenn bei derselben Aufgabe der Verbindung zweier Stationen, nur eine Aenderung in den als constant angenommenen Verbindungen erfolgt, worauf am Anfange hingedeutet wurde. — Beispielsweise läßt sich das Schema I dadurch vollkommen verwendbar machen, daß man die Verbindung des Poles der Batterie (ob + oder — bleibt sich in allen Fällen gleich) mit der Relaisklemme trennt, dafür jedoch von der anderen Klemme eine Zwiesel zu dem gedachten Pole führt**); es ergiebt sich folgende zweckmäßige Verbindung der verschiedenen Stationen A und B.



Wir glauben mit dem Bisherigen hinlänglich dargethan zu haben, daß die mathematischen Grundsätze der Combinationslehre uns gestatten, die Schemalehre stets einer genauen Analyse zu unterwerfen. Es fällt auf diese Weise jene gleichsam blos rathende Ungewißheit bei der Schemabildung hinweg.

Ist auch der Weg nicht gerade der einladendste, so ist er doch geeignet, uns in allen Fällen die Ueberzeugung zu verschaffen, daß wir unserer Aufgabe bei gegebenen Verhältnissen vollständig Genüge geleistet.

Wenn wir hierbei nicht feste Regeln geliefert, gleichsam Formeln aufgestellt, welche für jede Aufgabe gelten, so erklärt sich diese Thatsache aus dem Umstande, daß wir ja bloß einen bestimmten Fall (Verbindung zweier Endstationen) unter angenommenen (constanten) Verbindungen betrachtet, hinlänglich, denn wir schließen seltener vom speciellen Falle auf das Allgemeine.

---

*) Nicht ganz: Der eigene Apparat spricht mit, wie in Schema I. Diese beiden Schemata I und VIII sind übrigens die ältesten, welche zuerst beim Morsesystem in Anwendung kamen und bei manchen Eisenbahnlinien noch in Gebrauch sind. Schema III ist die in Oesterreich, Schema VII im Wesentlichen die in Preußen übliche Schaltung nur sind hier Relais und Batteriepol direct zur Erde geführt, wie denn die Doppelklemme cd am Relais in Preußen überhaupt nicht in Gebrauch ist.

**) Dann haben wir aber im Wesentlichen das Schema III; nur die Relaisklemmen sind vertauscht. Daß die Schemata II, IV, V, VI ohne wesentliche Aenderungen verwendbar werden können, möchten wir bezweifeln.



Ueber die Möglichkeit der Bestimmung von Leitungsfehlern durch an den Endstationen angestellte Messungen, wenn mehr als eine Fehlerstelle vorhanden ist.

Von **Dr. W. Brix.**

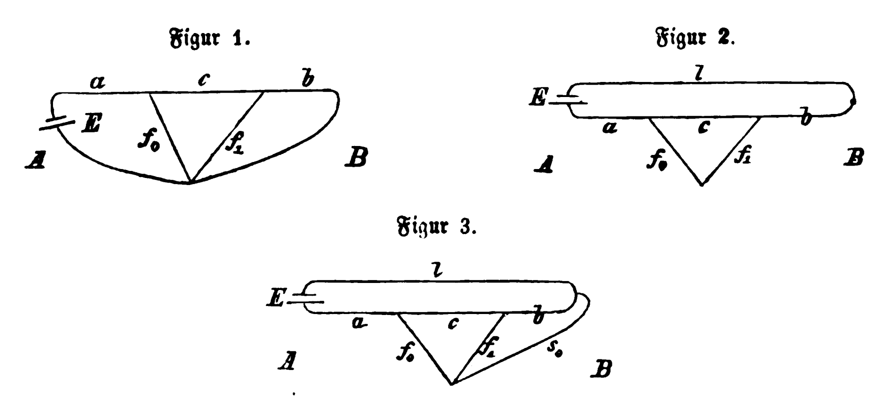
Im X. Jahrgange dieser Zeitschrift Seite 65—68 hat der Verfasser nachgewiesen, daß zwischen den an den beiden Endpunkten einer mit beliebig vielen Erdableitungen behafteten Telegraphenleitung ausführbaren Strom- oder Widerstandsmessungen gewisse allgemein gültige Beziehungen bestehen, in Folge deren nur drei derselben wirklich unabhängig erscheinen, während alle anderen noch ausführbaren Messungen als nothwendige Folge aus jenen sich herleiten lassen, also keine neue Daten zur Bestimmung des Ortes und der Werthe der Fehler liefern. Es folgt daraus, daß die Bestimmung der Fehler nach Ort und Werth nur dann möglich ist, wenn nur ein Fehler vorhanden ist; denn schon bei zwei Fehlern treten fünf Unbekannte auf, zu deren Ermittelung man höchstens vier Gleichungen besitzt, von denen die an den Endpunkten der Linie angestellten Messungen drei liefern, während die vierte aus dem Widerstand der Leitung bei Abwesenheit von Fehlern — sofern dieser als bekannt angesehen werden darf — sich ergiebt.

Diesen Betrachtungen lag die Voraussetzung zu Grunde, daß nur die schadhafte Leitung selbst zu den Messungen benutzt wird.

Vor einigen Monaten wurde dem Verfasser ein Aufsatz vorgelegt, welcher die Lösung der Aufgabe für eine Linie mit zwei Fehlern, unter Benutzung einer zweiten vollkommen isolirten Nebenleitung von bekanntem Widerstande versucht. Die neben den allgemein üblichen neu vorgeschlagenen Messungen waren folgende: Die gut isolirte Nebenleitung sollte an beiden Endstationen mit der schadhaften Leitung unter Entfernung der Erdleitung verbunden, und die Batterie ebenfalls von der Erde getrennt und mit ihren beiden Polen zwischen der schadhaften und der Hülfsleitung — oder in letztere, natürlich gleichviel wo — eingeschaltet werden, und es sollte dann: erstens der Widerstand der so entstandenen Leitungsschleife gemessen, zweitens an der fernen Station mittelst eines Rheostates eine künstliche Erdleitung hergestellt und deren Widerstand so regulirt werden, daß der Strom in dieser künstlichen Erdleitung dem auf der Hauptleitung am Abzweigungspunkte ankommenden Strome gleich wird; endlich sollte drittens eventualiter der Widerstand des ganzen Systems bei Anwesenheit dieser Erdleitung gemessen werden.

In der Durchführung war diese Lösung verfehlt, indem die Formeln für die Messungsresultate unrichtig entwickelt worden. Doch blieb einige Hoffnung, auf dem angedeuteten Wege, bei richtiger Durchführung, zum Ziele zu gelangen; da sich nicht sofort mit Bestimmtheit behaupten ließ, daß auch für die neuen Messungen das in meinem oben citirten früheren Aufsatz Gesagte Platz greift, daß nämlich auch ihre Resultate aus drei der althergebrachten Messungen sich im Voraus berechnen lassen. Bei näherer Untersuchung hat sich diese Abhängigkeit jedoch wirklich herausgestellt, wie wir zur Ergänzung des früheren Aufsatzes im Folgenden nachweisen werden.

Seien in den nachstehenden Skizzen Figur 1, 2 und 3, A und B die beiden Endstationen der Linie; der Widerstand der Strecke von A bis zur ersten Ableitung, deren Widerstandswerth f_0 betrage, sei a, der Widerstand der Strecke zwischen den beiden Fehlern c_1, der Widerstandswerth des zweiten Fehlers f_1 und der Widerstand der Strecke von B bis zum zweiten Fehler b; der Widerstand der ganzen Leitung sei $a + c_1 + b = l$ und der der Nebenleitung l_1. Die künstliche Erdleitung in B sei s und der Widerstandswerth derselben, für welchen die Ströme in b und s gleich werden, sei s_0.



Figur 1. Figur 2. Figur 3.

Bezeichnen wir ferner die von A aus, ohne Benutzung der Nebenleitung, gemessenen Widerstände der schadhaften Linien mit w, und zwar mit

w_0 wenn die Leitung in B isolirt ist,
w_1 wenn in B die gewöhnliche Erdverbindung besteht,
w_2 wenn in die Erdleitung in B ein künstlicher Widerstand r eingeschaltet worden.

Die Resultate der entsprechenden, von B aus angestellten Messungen mögen mit u_0, u_1 und u_2 bezeichnet werden.

Die Ergebnisse der Widerstandsmessungen an der aus beiden Leitungen gebildeten Schleife seien:

$v_0 + l_1$ wenn in B keine Erdleitung vorhanden ist,
$v_1 + l_1$ wenn in B eine Erdleitung vom Werthe s_0 besteht.

Die Entwickelung der Formeln für die w, u und v, sowie für s_0, hat bei Anwendung der Kirchhoff'schen Gesetze durchaus keine Schwierigkeiten; wir setzen daher nur die Resultate her:

$$\left.\begin{aligned} w_0 &= a + \frac{f_0(c_1+f_1)}{c_1+f_0+f_1} & u_0 &= b + \frac{f_1(c_1+f_0)}{c_1+f_0+f_1} \\ w_1 &= a + \frac{b\,.\,f_0(c_1+f_1)+c_1 f_0 f_1}{b(c_1+f_0+f_1)+f_1(c_1+f_0)} & u_1 &= b + \frac{a\,.\,f_1(c_1+f_0)+c_1 f_0 f_1}{a(c_1+f_0+f_1)+f_0(c_1+f_1)} \\ w_2 &= a + \frac{(b+r)f_0(c_1+f_1)+c_1 f_0 f_1}{(b+r)(c_1+f_0+f_1)+f_1(c_1+f_0)} & u_2 &= b + \frac{(a+r)f_1(c_1+f_0)+c_1 f_0 f_1}{(a+r)(c_1+f_0+f_1)+f_0(c_1+f_1)} \end{aligned}\right\} \quad 1)$$

und

$$\left.\begin{aligned} v_0 &= a + b + \frac{c_1(f_0+f_1)}{c_1+f_0+f_1} \\ s_0 &= b + \frac{f_1(c_1-f_0)}{c_1+f_0+f_1} \\ v_1 &= a + \tfrac{1}{2}b + \frac{c_1(f_0+\frac{1}{2}f_1)}{c_1+f_0+f_1} \end{aligned}\right\} \quad 2)$$

Eliminirt man aus drei der Gleichungen 1), etwa aus den Werthen w_0, w_1 und u_0 die Unbekannten a und b, so ergiebt sich:

$$u_0(w_0-w_1) = \left\{b + \frac{f_1(c_1+f_0)}{c_1+f_0+f_1}\right\}\left\{\frac{f_0(c_1+f_1)}{c_1+f_0+f_1} - \frac{b\,.\,\frac{f_0(c_1+f_1)}{c_1+f_0+f_1} + \frac{c_1 f_0 f_1}{c_1+f_0+f_1}}{b + \frac{f_1(c_1+f_0)}{c_1+f_0+f_1}}\right\}$$

$$= b\,.\,\frac{f_0(c_1+f_1)}{c_1+f_0+f_1} + \frac{f_0 f_1(c_1+f_0)(c_1+f_1)}{(c_1+f_0+f_1)^2} - b\,\frac{f_0(c_1+f_1)}{c_1+f_0+f_1} - \frac{c_1 f_0 f_1}{c_1+f_0+f_1}$$

oder, da die mit b behafteten Glieder sich heben, und indem man die beiden übrig bleibenden Glieder auf gleiche Benennung bringt:

$$u_0(w_0 - w_1) = \frac{f_0 f_1}{(c_1 + f_0 + f_1)^2} \cdot \left\{c_1^2 + c_1 f_0 + c_1 f_1 + f_0 f_1 - c_1^2 - c_1 f_0 - c_1 f_1\right\}$$
$$= \frac{f_0^2 f_1^2}{(c_1 + f_0 + f_1)^2}.$$

Bezeichnet man den Ausdruck $\frac{f_0 f_1}{c_1 + f_0 + f_1}$ mit K, so ergiebt sich also:

$$u_0(w_0 - w_1) = K^2 \ldots.$$

Ebenso kann man aus je drei anderen jener Gleichungen a und b eliminiren und erhält dann, mit der eben entwickelten, folgende 6 Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{ll} u_0(w_0 - w_1) = K^2 & w_0(u_0 - u_1) = K^2 \\ (u_0 + r)(w_0 - w_2) = K^2 & (w_0 + r)(u_0 - u_2) = K^2 \\ u_0 \frac{(u_0 + r)}{r}(w_2 - w_1) = K^2 & w_0 \frac{(w_0 + r)}{r}(u_2 - u_1) = K^2 \end{array}\right\} \quad 3)$$

Werden je zwei dieser Ausdrücke für K^2 einander gleich gesetzt, so ergiebt sich:

$$\left.\begin{array}{l} u_0(w_0 - w_1) = w_0(u_0 - u_1) \text{ oder } u_0 w_1 = w_0 u_1 \\ u_0(w_2 - w_1) = r(w_0 - w_2) \\ w_0(u_2 - u_1) = r(u_0 - u_2) \text{ oder } w_0(w_0 + r)(u_2 - u_1) = r u_0 (w_0 - w_1) \end{array}\right\} \quad 4)$$

Dies sind die schon früher (Jahrgang X, Seite 67 dieser Zeitschrift Formeln 5*)) nachgewiesenen Relationen, übertragen in die gegenwärtigen Bezeichnungen.

Weitere Beziehungen ergeben sich nun bei Combination der Ausdrücke 2 mit 1. Eliminiren wir nämlich a und b aus den Ausdrücken für w_0, u_0 und v_0, sodann a und b aus den Formeln für w_0, v_0 und v_1 und endlich b zwischen u_0 und s_0, so ergeben sich die folgenden Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{l} u_0 + w_0 - v_0 = \frac{2 f_0 f_1}{c_1 + f_0 + f_1} = 2K \\ v_0 + w_0 - 2v_1 = K \text{ oder } 2w_0 + u_0 - 2v_1 = 3K \\ u_0 - s_0 = 2K \end{array}\right\} \quad 6)$$

Combinirt man dieselben mit den Relationen 3) so erhält man:

$$\left.\begin{array}{ll} u_0 + w_0 - v_0 & = 2\sqrt{u_0(w_0 - w_1)} \\ 2w_0 + u_0 - 2v_1 & = 3\sqrt{u_0(w_0 - w_1)} \\ u_0 - s_0 & = 2\sqrt{u_0(w_0 - w_1)} \end{array}\right\} \quad 7)$$

und daraus endlich:

$$\left.\begin{array}{l} v_0 = u_0 + w_0 - 2\sqrt{u_0(w_0 - w_1)} \\ s_0 = u_0 - 2\sqrt{u_0(w_0 - w_1)} \\ v_1 = w_0 + \frac{1}{2}u_0 - \frac{3}{2}\sqrt{u_0(w_0 - w_1)} \end{array}\right\} \quad 8)$$

Diese Ausdrücke lehren also, daß wenn die drei Messungen u_0, w_0, w_1 (oder beliebige drei andere der älteren Messungen) ausgeführt sind, man aus den Ergebnissen derselben die Resultate der neu vorgeschlagenen Messungen v_0, v_1, s_0 im Voraus berechnen kann, daß diese neuen Messungen also keine brauchbare Daten zur Ermittelung der Fehler liefern.

Die neuen Relationen 8 sind übrigens ebenfalls nicht auf den vorliegenden Fall beschränkt, sondern, wie die anderen (4), ganz allgemein gültig, wie viel Fehler auch auf der Linie vorhanden und und wo dieselben gelegen sein mögen.

---

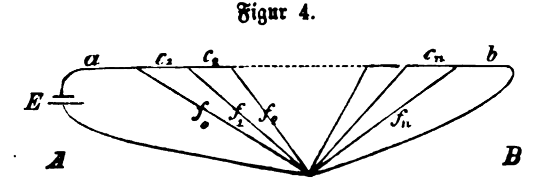
*) Sei es uns gestattet hier einen Druckfehler in jenem Aufsatz zu berichtigen. In den Relationen 4 auf Seite 67 muß die dritte Formel rechts lauten $w - m_1 = \frac{r}{\mu} \cdot \frac{Q}{\mu + r}$ statt $w - m_1 = \frac{r}{\mu} \cdot \frac{Q}{m + r}$.



Um dies nachzuweisen, wollen wir annehmen, daß $n + 1$ Fehler vorhanden seien, deren Widerstandswerthe in der Reihenfolge von A nach B hin $f_0, f_1, f_2 \dots$ bis f_n sind; die in diesen Ableitungen zur Erde gehenden Ströme bezeichnen wir mit $i_0, i_1, i_2 \dots$ bis i_n. Die Abschnitte der Linie zwischen je zwei aufeinander folgenden Fehlerstellen seien der Reihe nach von A nach B hin c_1, $c_2, c_3 \dots c_n$, die in ihnen auftretenden Ströme $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \dots$ bis γ_n. Der Strom in der Strecke a sei S, der in der Strecke b endlich σ.

Es mag sich nun zunächst um die gewöhnlichen, von A aus anzustellenden Widerstandsmessungen handeln; d. h. die Batterie der Station A sei in die Strecke a eingeschaltet, wie in der nachstehenden Skizze:

Figur 4.



Um die Formeln für die von A meßbaren Widerstände aufzustellen, haben wir zunächst den Werth von S zu entwickeln. Dazu liefern uns die Kirchhoff'schen Gesetze folgende Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{lll} S = \gamma_1 + i_0 & \qquad & c_1\gamma_1 + f_1 i_1 - f_0 i_0 = 0 \\ \gamma_1 = \gamma_2 + i_1 & & c_2\gamma_2 + f_2 i_2 - f_1 i_1 = 0 \\ \gamma_2 = \gamma_3 + i_2 & & c_3\gamma_3 + f_3 i_3 - f_2 i_2 = 0 \\ & & \vdots \\ \gamma_{n-2} = \gamma_{n-1} + i_{n-2} & & c_{n-1}\gamma_{n-1} + f_{n-1} i_{n-1} - f_{n-2} i_{n-2} = 0 \\ \gamma_{n-1} = \gamma_n + i_{n-1} & & c_n \gamma_n + f_n i_n - f_{n-1} i_{n-1} = 0 \\ \gamma_n = \sigma + i_n & & \end{array}\right\} \quad 9)$$

und

$$\left.\begin{array}{l} aS + f_0 i_0 = E \\ b\sigma - f_n i_n = 0 \end{array}\right\} \quad 10)$$

Es sind dies $2n + 3$ von einander unabhängige Gleichungen, welche also zur Bestimmung der $2n + 3$ unbekannten Stromstärken (n verschiedene γ, $n + 1$ verschiedene i, S und σ) gerade ausreichen. Soll an derselben Leitung eine der anderen Messungen angestellt werden, sei es die von B aus, oder eine der neu vorgeschlagenen, so bleiben die Bedingungsgleichungen (9) stets bestehen, nur an Stelle der die Verhältnisse auf den Stationen ausdrückenden, a und b enthaltenden Bedingungsgleichungen (10) treten andere.

Durch Auflösung der Gleichungen (9) erhält man die verschiedenen i ausgedrückt durch S und σ. Wie leicht ersichtlich, und wie aus dem Folgenden noch näher hervorgehen wird, ist die allgemeine Form dieser Ausdrücke:

$$i_x = p_x . S - q_x . \sigma,$$

wo p_x und q_x nach näher zu bestimmende Functionen der unveränderlichen Widerstände $c_1, c_2 \dots c_n$ und $f_0, f_1 \dots f_n$ bezeichnen. Wir brauchen übrigens nur zwei dieser Werthe, nämlich den für das erste und den für das letzte i.

$$\left.\begin{array}{l} i_0 = p_0 S - q_0 \sigma \\ i_n = p_n S - q_n \sigma \end{array}\right\} \quad 11)$$

Diese beiden Gleichungen ersetzen, nachdem die Werthe von p_0, q_0, p_n, q_n ermittelt worden, das ganze Gleichungssystem (9) vollständig; werden sie mit den Gleichungen (10) — oder den eventualiter an deren Stelle tretenden — combinirt, so kann daraus S und schließlich der Widerstand des ganzen Systems ohne Schwierigkeit hergeleitet werden.

Unsere nächste Aufgabe ist es also p_0, q_0, p_n, q_n zu bestimmen oder wenigstens eine Beziehung zwischen diesen Functionen aufzufinden; denn für den vorliegenden Zweck genügt schon letzteres.

Entnehmen wir aus der ersten Abtheilung der Gleichungen (9) die Werthe der verschiedenen γ und den von i_n, ausgedrückt durch S, σ und die übrigen i, nämlich:

$$\begin{aligned}
\gamma_1 &= S - i_0 = S - i_0 \\
\gamma_2 &= \gamma_1 - i_1 = S - i_0 - i_1 \\
\gamma_3 &= \gamma_2 - i_2 = S - i_0 - i_1 - i_2 \\
&\vdots \\
\gamma_n &= \gamma_{n-1} - i_{n-1} = S - i_0 - i_1 - i_2 \; \ldots\ldots - i_{n-2} - i_{n-1} \\
\text{und } i_n &= \gamma_n - \sigma \qquad = S - i_0 - i_1 - i_2 \; \ldots\ldots \qquad - i_{n-1} - \sigma
\end{aligned}$$

und substituiren dieselben in die Gleichungen der zweiten Abtheilung, so nehmen diese folgende Gestalt an:

$$\left.\begin{aligned}
0 &= c_1 S - (c_1 + f_0) i_0 + f_1 i_1 \\
0 &= c_2 S - c_2 i_0 \quad - (c_2 + f_1) i_1 + f_2 i_2 \\
0 &= c_3 S - c_3 i_0 \quad - c_3 i_1 \quad - (c_3 + f_2) i_2 + f_3 i_3 \\
&\vdots \\
0 &= c_{n-2} S \quad - c_{n-2} i_0 \quad - c_{n-2} i_1 \quad \ldots - (c_{n-2} + f_{n-3}) i_{n-3} + f_{n-2} i_{n-2} \\
0 &= c_{n-1} S \quad - c_{n-1} i_0 \quad - c_{n-1} i_0 \quad \ldots - c_{n-1} i_{n-3} - (c_{n-1} + f_{n-2}) i_{n-2} \\
&\qquad + f_{n-1} i_{n-1}. \\
0 &= (c_n + f_n) S - (c_n + f_n) i_0 - (c_n + f_n) i_1 \ldots - (c_n + f_n) i_{n-3} - (c_n + f_n) i_{n-2} \\
&\qquad - (c_n + f_n + f_{n-1}) i_{n-1} - f_n \sigma
\end{aligned}\right\} \quad 12)$$

Hier enthält jede Gleichung im letzten Gliede eine Unbekannte, die in keiner der vorhergehenden vorkommt; die Größe σ findet sich nur in der letzten Gleichung. Die Elimination der i ist also sehr einfach: man combinirt zunächst die letzte Gleichung mit der vorletzten und eliminirt aus denselben i_{n-1}; die Rechnung ergiebt:

$$\begin{aligned}
&\Big\{c_{n-1}(c_n + f_n + f_{n-1}) + f_{n-1}(c_n + f_n)\Big\}\Big[S - i_0 - i_1 - i_2 \; \ldots\ldots - i_{n-2}\Big] \\
&\qquad - \Big\{(c_{n-1} + f_{n-2})(c_n + f_n + f_{n-1}) + (c_n + f_n) f_{n-1}\Big\} i_{n-2} - f_n f_{n-1} = \sigma,
\end{aligned}$$

oder wenn wir die in den $\{\ \}$ eingefaßten Ausdrücke mit g und h bezeichnen:

$$gS - gi_0 - gi_1 \ldots - gi_{n-3} - hi_{n-2} - f_n f_{n-1} \sigma = 0.$$

Aus dieser und der drittletzten Gleichung läßt sich dann i_{n-2} eliminiren, und man erhält eine Gleichung der Form:

$$g_1 S - g_1 i_0 - g_1 i_1 \ldots g_1 i_{n-4} - h_1 i_{n-3} - f_n f_{n-1} f_{n-2} \sigma = 0.$$

Da außer der letzten keine der obigen Gleichungen die Größe σ enthält, so ist leicht ersichtlich, daß bei dieser Elimination der Coefficient von σ in der Weise sich ändert, daß bei jeder weiteren Elimination der Coefficient des letzten Gliedes der neu hinzugenommenen Gleichung, also der Reihe nach f_{n-1}, f_{n-2}, f_{n-3} u. s. f., als Factor zu demselben hinzutritt. Auf die Werthe der g und h brauchen wir vorläufig nicht näher einzugehen.

Gehen wir in derselben Weise weiter, indem wir immer die neu gewonnene Gleichung mit der letzten der noch nicht benutzten Gleichungen combinirt, so ergiebt sich nach einander:

$$\begin{aligned}
g_2 S - g_2 i_0 - g_2 i_1 \ldots - g_2 i_{n-5} - h_2 i_{n-4} - f_n f_{n-1} f_{n-2} f_{n-3} \sigma &= 0 \\
g_3 S - g_3 i_0 - g_3 i_1 \ldots - g_3 i_{n-6} - h_3 i_{n-5} - f_n f_{n-1} f_{n-2} f_{n-3} f_{n-4} \sigma &= 0
\end{aligned}$$

u. s. f., und schließlich erhalten wir:

$$G \cdot S - H i_0 - f_1 f_2 f_3 \ldots f_{n-1} f_n \sigma = 0$$

und daraus:

$$i_0 = \frac{G}{H} \cdot S - \frac{f_1 f_2 f_3 \ldots f_n}{H} \sigma$$

so daß also

$$p_0 = \frac{G}{H} \text{ und } q_0 = \frac{f_1 f_2 f_3 \ldots f_n}{H} \qquad 13)$$

das heißt: **die Größe q_0 enthält das Product aller f mit Ausnahme des ersten, f_0, als Factor.** Diese Relation ist für die vorliegende Betrachtung von Wichtigkeit.

Eine ähnliche Relation läßt sich auch in Bezug auf p_n nachweisen; dies gelingt am einfachsten durch eine andere Elimination: Aus der ersten Abtheilung der Gleichungen (9) folgt auch, wenn wir die Reihenfolge derselben umkehren:

$$\begin{aligned}
\gamma_n &= & &= \sigma + i_n \\
\gamma_{n-1} &= \gamma_n &+ i_{n-1} &= \sigma + i_n + i_{n-1} \\
\gamma_{n-2} &= \gamma_{n-1} &+ i_{n-2} &= \sigma + i_n + i_{n-1} + i_{n-2} \\
&\vdots \\
\gamma_3 &= \gamma_4 &+ i_3 &= \sigma + i_n + i_{n-1} \quad \ldots\ldots + i_4 + i_3 \\
\gamma_2 &= \gamma_3 &+ i_2 &= \sigma + i_n + i_{n-1} \quad \ldots\ldots + i_4 + i_3 + i_2 \\
\gamma_1 &= \gamma_2 &+ i_1 &= \sigma + i_n + i_{n-1} \quad \ldots\ldots + i_4 + i_3 + i_2 + i_1 \\
i_0 &= S &- \gamma_1 &= S - \sigma - i_n - i_{n-1} \ldots\ldots - i_4 - i_3 - i_2 - i_1.
\end{aligned}$$

Werden diese Werthe in die Gleichungen der zweiten Abtheilung eingesetzt, so erhält man, ebenfalls unter Umkehrung der Reihenfolge, die folgenden Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}
0 &= c_n \sigma + (c_n + f_n) i_n - f_{n-1} i_{n-1} \\
0 &= c_{n-1} \sigma + c_{n-1} i_n + (c_{n-1} + f_{n-1}) i_{n-1} - f_{n-2} i_{n-2} \\
0 &= c_{n-2} \sigma + c_{n-2} i_n + c_{n-2} i_{n-1} + (c_{n-2} + f_{n-2}) i_{n-2} - f_{n-3} i_{n-3} \\
&\vdots \\
0 &= c_3 \sigma + c_3 i_n + c_3 i_{n-1} \ldots\ldots + c_3 i_4 + (c_3 + f_3) i_3 - f_2 i_2 \\
0 &= c_2 \sigma + c_2 i_n + c_2 i_{n-1} \ldots\ldots + c_2 i_4 + c_2 i_3 + (c_2 + f_2) i_2 - f_1 i_1 \\
0 &= (c_1 + f_0) \sigma + (c_1 + f_0) i_n \ldots\ldots + (c_1 + f_0) i_4 + (c_1 + f_0) i_3 + (c_1 + f_0) i_2 \\
&\quad + (c_1 + f_0 + f_1) i_1 - S f_0
\end{aligned}\right\} \quad 14)$$

Diese Gleichungen haben eine ganz analoge Form wie die obigen (12); es läßt sich also eine ähnliche Behandlung auch hier anwenden. Eliminiren wir schrittweise, von der letzten nach aufwärts vorschreitend, nach einander die Großen i_1, i_2 u. s. f., so gelangen wir schließlich zu einer Gleichung der Form:

$$L \cdot \sigma + H_1 i_n - f_0 f_1 f_2 \ldots\ldots f_{n-2} f_{n-1} S = 0$$

und daraus folgt:

$$i_n = \frac{f_0 f_1 f_2 \ldots\ldots f_{n-2} f_{n-1}}{H_1} S - \frac{L}{H_1} \cdot \sigma,$$

so daß also:

$$p_n = \frac{f_0 f_1 f_2 \ldots\ldots f_{n-2} f_{n-1}}{H_1} \text{ und } q_n = \frac{L}{H_1}$$

das heißt:

> **Die Größe p_n enthält das Product aller f mit Ausnahme des letzten, f_n, als Factor.**

Was den Nenner H_1 betrifft, so ist klar, daß er dieselbe Form hat wie der frühere H mit dem einzigen Unterschiede, daß überall c_n an die Stelle von c_1 und umgekehrt c_1 an die Stelle von c_n getreten ist, und daß ebenso überall c_2 und c_{n-1}, c_3 und c_{n-2} u. s. f., ferner f_0 und f_n, f_1 und f_{n-1} x. mit einander vertauscht sind, und da H alle c und alle f enthält und offenbar eine symmetrische Function derselben ist, so folgt, daß H_1 gleich H sein wird. Wir wollen indeß der größeren Deutlichkeit wegen, dies noch auf einem anderen Wege nachzuweisen suchen.

Nehmen wir zunächst nur zwei Ableitungen an (Figur 5).

Alsdann ist:

Figur 5.

$$S = \gamma_1 + i_0$$
$$\gamma_1 = \gamma_2 + i_1$$
$$c_1 \gamma_1 + f_1 i_1 - f_0 i_0 = 0.$$

und daraus:

$$i_0 = \frac{c_1 + f_1}{c_1 + f_1 + f_0} S - \frac{f_1}{c_1 + f_1 + f_0} \gamma_2$$
$$i_1 = \frac{f_0}{c_1 + f_1 + f_0} S - \frac{c_1 + f_0}{c_1 + f_1 + f_0} \gamma_2$$

oder

$$i_0 = \left\{1 - \frac{f_0}{c_1 + f_1 + f_0}\right\} S - \frac{f_1}{c_1 + f_1 + f_0} \gamma_2$$
$$i_1 = \frac{f_0}{c_1 + f_1 + f_0} S - \left\{1 - \frac{f_1}{c_1 + f_1 + f_0}\right\} \gamma_2$$

Tritt ein dritter Fehler f_2 hinzu (Fig. 6):

Figur 6.

so kommen zu den obigen Bedingungsgleichungen noch die folgenden zwei:

$$\gamma_2 = \gamma_3 + i_2 \text{ und } c_2 \gamma_2 + f_2 i_2 - f_1 i_1 = 0.$$

Zwischen diesen beiden Gleichungen und den oben entwickelten Werthen von i_0 und i_1 haben wir nun γ_2 und i_1 zu eliminiren. Setzen wir zunächst den Werth von i_1 in die letzte Gleichung:

$$c_2 \gamma_2 + f_2 i_2 - \frac{f_1 f_0}{c_1 + f_1 + f_0} S + f_1 \left\{1 - \frac{f_1}{c_1 + f_1 + f_0}\right\} \gamma_2 = 0$$

und wenn hierin auch $\gamma_3 + i_2$ an die Stelle von γ_2 substituirt wird:

$$i_2 \left\{c_2 + f_2 + f_1 - \frac{f_1^2}{c_1 + f_1 + f_0}\right\} = \frac{f_0 f_1}{c_1 + f_1 + f_0} S - \left\{c_2 + f_1 - \frac{f_1^2}{c_1 + f_1 + f_0}\right\} \gamma_3$$

und daraus:

$$i_2 = \frac{f_0 f_1}{(c_1 + f_1 + f_0)(c_2 + f_2 + f_1) - f_1^2} S - \frac{(c_2 + f_1)(c_1 + f_1 + f_0) - f_1^2}{(c_1 + f_1 + f_0)(c_2 + f_2 + f_1) - f_1^2} \gamma_3.$$

Bezeichnen wir nun, der Kürze wegen, $c_1 + f_1 + f_0$ mit t_1, $c_2 + f_2 + f_1$ mit t_2 und ebenso die Größen $c_3 + f_3 + f_2$, $c_4 + f_4 + f_3$ u. s. f. $c_k + f_k + f_{k-1}$, die bei den weiteren Entwickelungen vorkommen werden, beziehentlich mit t_3, $t_4 \ldots t_k$. Es sind dies, wie man sieht, die je drei Widerstände, welche eine geschlossene Figur bilden. Benennen wir den Nenner der für die i sich ergebenden Ausdrücke mit m und unterscheiden diese m durch Indices, welche die Zahl der vorhandenen Fehler angeben; dergestalt, daß in dem erstbetrachteten Falle der Nenner mit m_2, in dem gegenwärtig vorliegenden mit m_3 zu bezeichnen sein würde, u. s. f.

Es ist dann:

$$m_2 = c_1 + f_1 + f_0 = t_1$$
$$m_3 = t_1 t_2 - f_1^2$$

Unser Ausdruck läßt sich nun schreiben:

$$i_2 = \frac{f_0 f_1}{m_3} S - \left(1 - \frac{f_2 t_1}{m_3}\right) \gamma_3$$

ferner ist:

$$\gamma_2 = i_2 + \gamma_3 = \frac{f_0 f_1}{m_3} S + f_2 \frac{t_1}{m_3} \gamma$$

wird dieser Werth in den Ausdruck von i_0 eingesetzt, so kommt

$$i_0 = \left(1 - \frac{f_0}{m_2}\right) S - \left\{\frac{f_0 f_1}{m_3} S + f_2 \frac{t_1}{m_3} \gamma_3\right\} \frac{f_1}{m_2}$$
$$= \left(1 - \frac{f_0}{m_2} - \frac{f_0 f_1^2}{m_2 m_3}\right) S - \frac{f_1 f_2 t_1}{m_2 m_3} \gamma_3$$

$$i_0 = \left\{1 - \frac{f_0\,(m_3 + f_1^2)}{m_2\,m_3}\right\} S - \frac{t_1}{m_2} \cdot \frac{f_1\,f_2}{m_3}\,\gamma_3$$

oder, da $t_1 = m_2$ und $m_3 = t_1\,t_2 - f_1^2$ also $m_3 + f_1^2 = t_1\,t_2$

$$i_0 = \left(1 - f_0\,\frac{t_2}{m_3}\right) S - \frac{f_1\,f_2}{m_3}\,\gamma_3.$$

Figur 7.

Ziehen wir nun noch einen vierten Fehler f_3 in Betracht, so ergeben sich an neuen Bedingungen:

$$\gamma_3 = i_3 + \gamma_4$$

$$c_3\,\gamma_3 + f_3\,i_3 - f_2\,i_2 = 0.$$

Durch Combination dieser beiden Gleichungen mit den eben entwickelten Ausdrücken für i_0 und i_2 lassen sich durch eine der oben durchgeführten ganz analoge Rechnung die Ausdrücke von i_0 und i_3 für den vorliegenden Fall herleiten, nämlich:

$$f_3\,i_3 - \frac{f_0\,f_1\,f_2}{m_3} S + \left(c_3 + f_2 - f_2^2\,\frac{m_2}{m_3}\right)\gamma_3 = 0$$

$$i_3\left(c_3 + f_3 + f_2 - f_2^2\,\frac{m_2}{m_3}\right) = \frac{f_0\,f_1\,f_2}{m_3} S - \left(c_3 + f_3 + f_2 - f_2^2\,\frac{m_2}{m_3} - f_3\right)\gamma_4$$

$$i_3\,(t_3\,m_3 - f_2^2\,m_2) = f_0\,f_1\,f_2\,S - (t_3\,m_3 - f_2^2\,m_2 - f_3\,m_3)\,\gamma_4.$$

Hier ist also:

$$m_4 = t_3\,m_3 - f_2^2\,m_2 = t_3\,(t_1\,t_2 - f_1^2) - f_2^2\,t_1$$

und es ergiebt sich:

$$i_3 = \frac{f_0\,f_1\,f_2}{m_4} S - \left(1 - f_3\,\frac{m_3}{m_4}\right)\gamma_4$$

$$\text{und}\quad \gamma_3 = \frac{f_0\,f_1\,f_2}{m_4} S + f_3\,\frac{m_3}{m_4}\,\gamma_4.$$

Die Substitution des letzten Werthes in den Ausdruck i_0 giebt dann ferner:

$$i_0 = \left(1 - f_0\,\frac{t_2}{m_3}\right) S - \frac{f_1\,f_2}{m_3}\left\{\frac{f_0\,f_1\,f_2}{m_4} S + f_3\,\frac{m_3}{m_4}\,\gamma_4\right\}$$

$$= \left\{1 - f_0\,\frac{t_2\,m_4 + f_1^2\,f_2^2}{m_3\,m_4}\right\} S - \frac{f_1\,f_2\,f_3}{m_4} \cdot \frac{m_3}{m_3}\,\gamma_4$$

in dem Gliede mit γ_4 heben sich die m_3; auch im ersten Gliede enthält der Ausdruck $t_2\,m_4 - f_1^2\,f_2^2$ bei gehöriger Umformung m_3 als Factor. In der That, setzen wir darin für m_4 seinen Werth $t_3\,m_3 - f_2^2\,t_1$, so geht er über in:

$$t_2\,t_3\,m_3 - f_2^2\,t_1\,t_2 + f_1^2\,f_2^2 = t_2\,t_3\,m_3 - f_2^2\,(t_1\,t_2 - f_1^2)$$

oder, da $t_1\,t_2 - f_1^2 = m_3$ ist, in

$$m_3\,(t_2\,t_3 - f_2^2).$$

Es findet sich mithin:

$$i_0 = \left(1 - f_0\,\frac{E_3}{m_4}\right) S - \frac{f_1\,f_2\,f_3}{m_4}\,\gamma_4,$$

worin der Factor von $\frac{f_0}{m_4}$ im Coefficienten von S, also $t_2\,t_3 - f_2^2$ mit E_3 bezeichnet ist. Derselbe ist, wie man sieht, ganz analog dem m_3 gebildet.

Geht man in derselben Weise schrittweise weiter, indem man noch je einen Fehler hinzunimmt, so ergeben sich bei 5 Fehlern:

$$i_0 = \left(1 - f_0\,\frac{E_4}{m_5}\right) S - \frac{f_1\,f_2\,f_3\,f_4}{m_5}\,\gamma_5$$

$$i_4 = \frac{f_0 f_1 f_2 f_3}{m_5} S - \left(1 - f_4 \frac{m_4}{m_5}\right) \gamma_5$$

worin

$$m_5 = t_4 m_4 - f_3^2 m_3 \text{ oder } = (t_1 t_2 - f_1^2)(t_3 t_4 - f_3^2) - t_1 t_4 f_2^2$$

und

$$\varepsilon_4 = t_4 (t_2 t_3 - f_2^2) - t_2 f_3^2.$$

Ferner bei 6 Fehlern:

$$i_0 = \left(1 - f_0 \frac{E_5}{m_6}\right) S - \frac{f_1 f_2 f_3 f_4 f_5}{m_6} \gamma_6$$

$$i_5 = \frac{f_0 f_1 f_2 f_3 f_4}{m_6} S - \left(1 - f_5 \frac{m_5}{m_6}\right) \gamma_6$$

worin

$$m_6 = t_5 m_5 - f_4^2 m_4$$
$$= t_3 (t_1 t_2 - f_1^2)(t_4 t_5 - f_4^2) - t_5 f_2^2 (t_1 t_2 - f_1^2) - t_1 f_3^2 (t_4 t_5 - f_4^2)$$

und

$$E_5 = (t_4 t_5 - f_4^2)(t_2 t_3 - f_2^2) - t_2 t_5 f_3^2$$

und so fort; endlich bei n Fehlern:

$$i_0 = \left(1 - f_0 \frac{E_{n-1}}{m_n}\right) S - \frac{f_1 f_2 \ldots f_{n-1}}{m_n} \gamma_n$$

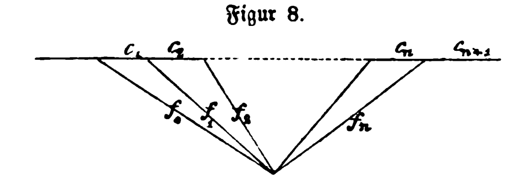
$$i_{n-1} = \frac{f_0 f_1 f_2 \ldots f_{n-2}}{m_n} S - \left(1 - f_{n-1} \frac{m_{n-1}}{m_n}\right) \gamma_n$$

wo

$$m_n = t_{n-1} m_{n-1} - f_{n-2}^2 m_{n-2}.$$

Um die Allgemeingültigkeit dieser Ausdrücke festzustellen, erübrigt also nur noch durch Rechnung nachzuweisen, daß, wenn sie für n Fehlern angenommen werden, sie auch für n + 1 Fehler zutreffen.

Figur 8.



Tritt in der That zu den n Fehlern $f_0 f_1 \ldots$ bis f_{n-1} noch einer: f_n hinzu, so ergeben sich zwei neue Bedingungsgleichungen zu den schon vorhandenen, nämlich wenn man den Strom in c_{n+1} jetzt σ statt γ_{n+1} nennt:

$$\gamma_n = i_n + \sigma$$
$$c_n \gamma_n + f_n i_n - f_{n-1} i_{n-1} = 0.$$

Führen wir nun nochmals eine der oben angestellten analoge Rechnung durch, indem wir in die letzte Gleichung erst obigen Werth für i_{n-1} und dann den Werth für γ_n aus der vorletzten Gleichung einsetzen, so ergiebt sich:

$$f_n i_n - \frac{f_0 f_1 f_2 \ldots f_{n-2} f_{n-1}}{m_n} S + \left(c_n + f_{n-1} - f_{n-1}^2 \frac{m_{n-1}}{m}\right) \gamma_n = 0$$

$$i_n \left[c_n + f_n + f_{n-1} - f_{n-1}^2 \frac{m_{n-1}}{m_n}\right] = \frac{f_0 f_1 \ldots f_{n-2} f_{n-1}}{m_n} S - \left\{c_n + f_n + f_{n-1} - f_1^2 \frac{m_{n-1}}{m_n} - f_n\right\} \sigma$$

$$i_n \left\{t_n m_n - f_{n-1}^2 m_{n-1}\right\} = f_0 f_1 \ldots f_{n-1} S - \left\{t_n m_n - f_{n-1}^2 m_{n-1} - f_n m_n\right\} \sigma$$

endlich:

$$i_n = \frac{f_0 f_1 \ldots f_{n-1}}{m_{n+1}} S - \left(1 - f_n \frac{m_n}{m_{n+1}}\right) \sigma$$

worin m_{n+1} wiederum $= t_n m_n - f_{n-1}^2 m_{n-1}$.

Daraus folgt ferner:

$$\gamma_n = \frac{f_0 f_1 \ldots f_{n-1}}{m_{n+1}} S + f_n \frac{m_n}{m_{n+1}} \sigma$$

und wenn dieser Werth in den Ausdruck für i_0 gesetzt wird:

$$i_0 = \left\{1 - f_0 \frac{E_{n-1}}{m_n} - f_0 \frac{f_1^2 f_2^2 \ldots f^2_{n-1}}{m_n m_{n+1}}\right\} S - \frac{f_1 f_2 f_3 \ldots f_{n-1} f_n}{m_{n+1}} \sigma$$

$$= \left(1 - f_0 \frac{E_n}{m_{n+1}}\right) S - \frac{f_1 f_2 \ldots f_{n+1} f_n}{m_{n+1}} \sigma.$$

Die für i_0 und i_n resultirenden Ausdrücke sind also in der That von derselben Form wie bei n Fehlern, was dargethan werden sollte. Allerdings fehlt noch der Nachweis, daß in dem Werthe von E_n:

$$E_n = \frac{m_{n+1} E_{n-1} + f_1^2 f_2^2 \ldots f^2_{n-1}}{m_n}$$

der Zähler bei gehöriger Umformung und Auflösung den Factor m_n enthält, so daß diese Größe herausfällt; wir werden denselben weiter unten liefern, zunächst aber kommt es für den vorliegenden Zweck auf den Werth von E_n garnicht an und ebensowenig auf die Werthe von m_n und von m_{n+1}; vielmehr war es uns nur darum zu thun, zu zeigen, daß der Coefficient von S in i_n und der Coefficient von σ in i_0 denselben Nenner besitzen, und dies ist durch die vorstehenden Rechnungen wohl außer allen Zweifel gesetzt.

Da die Zahl der vorhandenen Fehler im Folgenden nicht mehr verändert zu werden braucht, sondern durchweg gleich n + 1 angenommen werden mag, so können wir des bequemeren Schreibens wegen einfach m statt von m_{n+1}, ε statt E_n und m_0 statt m_n schreiben; wir wollen ferner das Product $f_1 f_2 f_3 \ldots f_{n-1}$ mit φ bezeichnen, dann ist:

$$\left.\begin{aligned} i_0 &= \left(1 - f_0 \frac{\varepsilon}{m}\right) S - f_n \frac{\varphi}{m} \sigma \\ i_n &= \qquad f_0 \frac{\varphi}{m} \quad S - \left(1 - f_n \frac{m_0}{m}\right) \sigma \end{aligned}\right\} \quad 16)$$

Vergleichen wir diese Ausdrücke mit den Gleichungen (11), so ergiebt sich:

$$\left.\begin{aligned} p_0 &= 1 - f_0 \frac{\varepsilon}{m} & \qquad q_0 &= \frac{\varphi f_n}{m} \\ p_n &= \frac{f_0 \varphi}{m} & \qquad q_n &= 1 - f_n \frac{m_0}{m} \end{aligned}\right\} \quad 16a)$$

Daraus folgt:

$$f_0 q_0 = f_n p_n \qquad 17)$$

Kehren wir nun zu der Aufstellung der Formeln für die bei den Stationen ausführbaren Widerstandsmessungen zurück, und zwar zunächst für die in A nach der alten Methode ausführbaren. Fig. 4. Wir haben alsdann, wie schon oben dargethan, folgende 4 Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} aS + f_0 i_0 &= E \\ b\sigma - f_n i_n &= 0 \end{aligned}\right\} \quad 10)$$

$$\left.\begin{aligned} i_0 &= p_0 S - q_0 \sigma \\ i_n &= p_n S - q_n \sigma \end{aligned}\right\} \quad 11)$$

Werden die Werthe von i_0 und i_n aus den Formeln (11) in die Gleichungen (10) eingesetzt, so ergeben dieselben:

$$(a + f_0 p_0) S - f_0 q_0 \sigma = E$$

$$(b + f_n q_n) \sigma - f_n p_n S = 0$$

und nach Elimination von σ:

$$S \left[a + f_0 p_0 - \frac{f_0 q_0 f_n p_n}{b + f_n q_n}\right] = E$$



oder

$$S\left[a+\frac{b.f_0 p_0+f_0 f_n (p_0 q_n-p_n q_0)}{b+f_n q_n}\right]=E.$$

In dieser Gleichung ist der Factor von S der auf der Station A gemessene Widerstand, also haben wir, je nachdem in B Erdverbindung besteht, oder die Leitung dort isolirt, also b unendlich groß ist:

$$\left.\begin{aligned} w_1 &= a+\frac{b.f_0 p_0+f_0 f_n (p_0 q_n-p_n q_0)}{b+f_n q_n} \\ w_2 &= a+f_0 p_0. \end{aligned}\right\} \quad 18)$$

Auf die Messung w_3 gehen wir nicht näher ein, weil die Formel dafür sich unmittelbar aus w_1 ergiebt, indem man darin nur $b+r$ an die Stelle von b setzt.

Wird die Messung von B aus vorgenommen, die Batterie also in b eingeschaltet, so haben wir an Stelle der Bedingungsgleichungen (10) die folgenden:

$$\left.\begin{aligned} -b\sigma+f_n i_n &= E \\ aS+i_0 f_0 &= 0 \end{aligned}\right\} \quad 19)$$

Durch Combination mit den Gleichungen (11) ergiebt sich aus denselben:

$$-\sigma\left[b+\frac{a f_n q_n+f_0 f_n (p_0 q_n-p_n q_0)}{a+f_0 p_0}\right]=E.$$

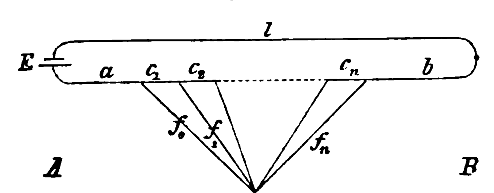
Für σ ergiebt sich hier natürlich ein negativer Werth, weil die Richtung dieses Stromes jetzt entgegengesetzt ist derjenigen, welche bei Aufstellung der verschiedenen Bedingungsgleichungen angenommen worden.

Hieraus folgt endlich:

$$\left.\begin{aligned} u_1 &= b+\frac{a f_n q_n+f_0 f_n (p_0 q_n-p_n q_0)}{a+f_0 p_0} \\ u_2 &= b+f_n q_n \end{aligned}\right\} \quad 20)$$

Wenden wir uns nun zu den unter Benutzung der Hülfsleitung ausführbaren Messungen v.

Figur 9.



Betrachten wir zunächst den Fall (Fig. 9), wo die Batterie zwischen den an beiden Enden verbundenen Leitungen eingeschaltet ist, und auf beiden Stationen die Erdleitungen unterbrochen sind.

Hier ergeben sich an Stelle der Gleichung 10 die Bedingungsgleichungen:

$$\left.\begin{aligned} S(a+l_1+b)+f_0 i_0-f_n i_n &= E \\ \text{und} \quad \sigma &= S \end{aligned}\right\} \quad 21)$$

Werden in die erste dieser Gleichungen die Werthe von i_0 und i_n aus (11) eingesetzt, und wird dann $\sigma=S$ gesetzt, so folgt:

$$S[a+b+l_1+f_0 p_0+f_n q_n-f_0 q_0-f_n p_n]=E.$$

und daraus:

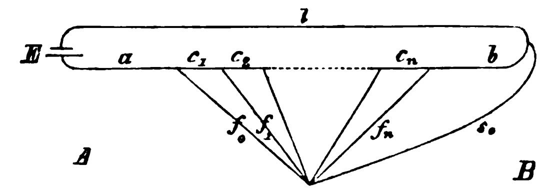
$$\left.\begin{aligned} v_0 &= a+b+f_0 p_0+f_n q_n-f_0 q_0-f_n p_n \\ \text{oder} \quad &= a+b+f_0 p_0+f_n q_n-2f_0 q_0, \end{aligned}\right\} \quad 22)$$

da ja $f_n p_n = f_0 q_0$.

Wird endlich noch in B eine künstliche Erdverbindung hergestellt (Fig. 10) und der Widerstandswerth s_0 derselben so regulirt, daß σ gleich wird dem Strom ϱ in dieser Erdleitung, so treten an Stelle der Bedingungsgleichungen (10) die folgenden:

$$\left.\begin{aligned} \varrho + \sigma &= S \\ \varrho = \sigma &= \tfrac{1}{2} S \\ (l_1 + a) S + \tfrac{1}{2} b S + f_0\, i_0 - f_n\, i_n &= E \\ f_n\, i_n + \tfrac{1}{2} s_0\, S - \tfrac{1}{2} b S &= 0 \end{aligned}\right\} \quad 23)$$


Figur 10.



Die letzte dieser Gleichungen bestimmt s_0; setzen wir nämlich in diese Gleichung den Werth von i_n aus (11) der in diesem Falle $i_n = (p_n - \frac{1}{2} q_n) S$ ist, so fällt S als gemeinsamer Factor aller Glieder heraus und es bleibt:

$$f_n\, p_n - \tfrac{1}{2} f_n\, q_n + \tfrac{1}{2} s_0 - \tfrac{1}{2} b = 0,$$

und daraus folgt:

$$s_0 = b + f_n\, q_n - 2 f_n\, p_n \qquad 24)$$

Um den bei Anwesenheit dieser Erdleitung s_0 in dem System gemessener Widerstand zu finden, haben wir die Werthe von i_0 und i_n nur die vorletzte der Gleichungen (23) zu substituiren; dann ergiebt sich:

$$S (l_1 + a + \tfrac{1}{2} b + f_0\, p_0 - \tfrac{1}{2} f_0\, q_0 - f_n\, p_n + \tfrac{1}{2} f_n\, q_n) = E,$$

und endlich:

$$v_2 = a + f_0\, p_0 + \tfrac{1}{2}(b + f_n\, q_n) - \tfrac{1}{2} f_0\, q_0 \qquad 25),$$

indem hier wiederum die Relation $f_n\, p_n = f_0\, q_0$ (17) benutzt ist.

Wir haben also jetzt die Formeln für alle verschiedenen Messungsresultate aufgestellt. Es hält nun nicht schwer zu zeigen, daß auch zwischen diesen Formeln dieselben Beziehungen (4) und (5) bestehen, deren Richtigkeit für den Fall von zwei Fehlern wir bereits nachgewiesen haben.

In der That ergiebt die Combination der Formeln (18) und (20):

$$\begin{aligned} u_0 (w_0 - w_1) &= b f_0\, p_0 + f_0\, f_n\, p_0\, q_n - b f_0\, p_0 - f_0\, f_n\, p_0\, q_n + f_0\, f_n\, p_n\, q_0 \\ &= f_0\, f_n\, p_n\, q_0 = f_0^2\, q_0^2 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} w_0 (u_0 - u_1) &= a f_n\, q_n + f_0\, f_n\, p_0\, q_n - a f_n\, q_n - f_0\, f_n\, p_0\, q_n + f_0\, f_n\, p_n\, q_0 \\ &= f_0\, f_n\, p_n\, q_0 = f_0^2\, q_0^2, \end{aligned}$$

also

$$u_0 (w_0 - w_1) = w_0 (u_0 - u_1).$$

Ferner aus den Formeln (18), (20) und (22):

$$v_0 = w_0 + u_0 - 2 f_0\, q_0,$$

also mit Berücksichtigung des oben gefundenen Werthes von $f_0\, q_0$:

$$v_0 = w_0 + u_0 - 2 \sqrt{w_0 (u_0 - u_1)}$$

Sodann aus Formel 24 in Verbindung mit den obigen:

$$s_0 = u_0 - 2 f_0\, q_0$$

$$s_0 = u_0 - 2 \sqrt{w_0 (u_0 - u_1)}$$

und endlich aus Formel 25:

$$v_2 = w_0 + \tfrac{1}{2} u_0 - \tfrac{3}{2} f_0 q_0 = w_0 + \tfrac{1}{2} u_0 - \tfrac{3}{2} \sqrt{w_0 (u_0 - u_1)}.$$

Diese Relationen sind also in der That allgemein gültig, wie viel Fehler auch vorhanden und wo dieselben gelegen sein mögen.

Wir wollen hier noch einige weitere Betrachtungen über die Form der im Falle der Figur 4 für die auftretenden Stromstärken sich ergebenden Ausdrücke anreihen, um eine bereits in unserem früheren Aufsatze — Band X, Seite 68 dieser Zeitschrift — angedeutete Relation nachzuweisen.

Nennen wir, wenn die Batterie in A eingeschaltet ist, wie bisher den abgehenden Strom S den bei der Station ankommenden Strom σ, dagegen wenn die Batterie sich in B befindet, den daselbst abgehenden Strom Σ und den in A ankommenden s. Dann ist nach den obigen Rechnungen, die auf die Ausdrücke 18 und 20 führten:

$$S = \frac{b + f_n q_n}{N_0} E \qquad \sigma = \frac{f_n p_n}{N_0} E$$

und

$$\Sigma = \frac{a + f_0 p_0}{N_0} E \qquad s = \frac{f_0 q_0}{N_0} E \qquad 26)$$

worin N_0 überall denselben Werth hat, nämlich:

$$N_0 = ab + af_n q_n + bf_0 p_0 + f_0 f_n \left\{ p_0 q_n - p_n q_0 \right\} \qquad 27)$$

Die Werthe der Coefficienten p_0, p_n, q_0, q_n sind aus den Formeln 16a ersichtlich, indeß war dort das darin vorkommende ε noch unbestimmt geblieben. Es ergiebt sich leicht, daß diese Größe ganz analog dem m_0 gebildet ist: wie m_0 der Nenner ist der sich für die Ausdrücke ergiebt, wenn die letzte Ableitung f_n fehlt und nur $f_0 f_1 f_2 \ldots$ bis f_{n-1} vorhanden sind, so ist unser ε der Nenner der sich ergiebt, wenn f_0 fehlt und nur $f_1 f_2 \ldots$ bis f_n vorhanden sind.

Wenn man nämlich die obigen Rechnungen in entgegengesetzter Richtung, von f_n gegen f_0 hin fortschreitend, ausführt und die dabei auftretenden Nenner mit μ bezeichnet, so ergiebt sich schließlich:

$$i_0 = \left(1 - f_0 \frac{\mu_0}{\mu}\right) S - f_n \frac{\varphi}{\mu} \sigma$$

$$i_n = f_0 \frac{\varphi}{\mu} S - \left(1 - f_n \frac{\eta}{\mu}\right) \sigma.$$

Diese Ausdrücke müssen mit den oben entwickelten (16) identisch sein. Es muß also $\mu = m$ und $\varepsilon = \mu_0$ und ebenso muß η, welches nun bei dieser Rechnung in einer weniger leicht übersichtlichen Form erscheint, ähnlich wie bei der anderen Rechnung das ε, gleich m_0 sein.

Benennen wir ferner den Nenner, welcher sich für die i ergiebt, wenn sowohl f_0 als f_n fehlen, und nur $f_1 f_2 \ldots f_{n-1}$ vorhanden sind, mit ν, so ergiebt sich leicht die Relation:

$$m_0 \varepsilon - \nu m = f_1^2 f_2^2 \ldots f_{n-1}^2 = \varphi^2 \qquad 28).$$

Führen wir nun die Werthe der p und q in die Ausdrücke (26) und (27) ein, und betrachten zunächst das von a und b unabhängige Glied von N_0 für sich. Es lautet:

$$f_0 f_n \left[\left(1 - f_0 \frac{\varepsilon}{m}\right)\left(1 - f_n \frac{m_0}{m}\right) - f_0 f_n \frac{\varphi^2}{m^2}\right]$$

oder

$$f_0 f_n \left[1 - \frac{f_0 \varepsilon + f_n m_0}{m} + f_0 f_n \frac{\varepsilon m_0 - \varphi^2}{m^2}\right]$$

oder, da $E m_0 - \varphi^2$ nach Gleichung 28 gleich $m\nu$ ist:

$$f_0 f_n \frac{m - f_0 \varepsilon - f_n m_0 + f_0 f_n \nu}{m}$$

Benennen wir diesen Ausdruck mit $\frac{\pi_0}{m}$.



Multipliciren wir nun die Formeln (26) im Zähler wie im Nenner mit m, setzen

$$m f_0 p_0 = m f_0 - f_0^2 \varepsilon = \pi_1$$
$$m f_n q_n = m f_n - f_n^2 m_0 = \pi_2$$

und schreiben endlich, der Analogie wegen, auch π_3 statt m, so nehmen die Ausdrücke (26) folgende Gestalt an:

$$\left.\begin{aligned} S &= \frac{\pi_2 + b\pi_3}{N} E \qquad & \sigma &= \frac{f_0 f_1 \dots f_n}{N} E \\ \Sigma &= \frac{\pi_1 + a\pi_3}{N} E \qquad & s &= \frac{f_0 f_1 \dots f_n}{N} E \\ \text{und } N &= ab\pi_3 + a\pi_2 + b\pi_1 + \pi_0 \end{aligned}\right\} 29)$$

Zwischen diesen Coefficienten $\pi_0, \pi_1, \pi_2, \pi_3$ besteht nun die Relation:

$$\pi_1 \pi_2 - \pi_0 \pi_3 = f_0^2 f_1^2 f_2^2 \dots f_n^2 \qquad 30).$$

In der That ergiebt die Substitution der Werthe:

$$\pi_1 \pi_2 - \pi_0 \pi_3 = f_0 f_n (m - f_0 \varepsilon)(m - f_n m_0) - f_0 f_n m (m - f_0 \varepsilon - f_n m_0 + f_0 f_n \nu)$$
$$= f_0 f_n \left[\begin{matrix} m^2 - m f_0 \varepsilon - m f_n m_0 + f_0 f_n \varepsilon m_0 \\ - m^2 + m f_0 \varepsilon + m f_n m_0 - f_0 f_n \nu \end{matrix} \right]$$
$$= f_0^2 f_n^2 \left\{ \varepsilon m_0 - \nu \right\}$$

oder, da nach (28) $\varepsilon m_0 - \nu = \varphi^2$ ist:

$$\pi_1 \pi_2 - \pi_0 \pi_3 = f_0^2 f_1^2 \dots f_n^2,$$

d. h. gleich dem Quadrat des Productes aller Fehler. Auch diese Relation ist allgemein gültig, wie viel Fehler auch vorhanden sein mögen.

Nehmen wir jetzt den ursprünglich betrachteten Fall, wo zwei Fehler f_0 und f_1 vorhanden sind, wieder auf und sehen zu, ob sich dann der Ort der Fehler nicht wenigstens annähernd begrenzen läßt.

Wir haben nachgewiesen, daß aus je drei der betrachteten ausführbaren Messungen die Ergebnisse der übrigen im Voraus berechnet werden können, und daß unabhängige zur Ortsbestimmung der Fehler brauchbare Gleichungen nur jene drei Messungen liefern. Diese kann man aber beliebig wählen; wählen wir die, deren Ausdruck die einfachste Form hat, nämlich w_0, u_0 und v_0. Eine vierte Relation ergiebt sich dann noch, wenn der Widerstand l der betrachteten Leitung im fehlerfreien Zustande, bekannt ist. Dann haben wir folgende vier Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} w_0 &= a + \frac{f_0 (c + f_1)}{c + f_1 + f_0} \\ u_0 &= b + \frac{f_1 (c + f_0)}{c + f_1 + f_0} \\ v_0 &= a + b + \frac{c (f_0 + f_1)}{c + f_1 + f_0} \\ l &= a + b + c \end{aligned}\right\} 31)$$

Da im betrachteten Falle nur ein c vorkommt, so haben wir der Bequemlichkeit wegen den Index fortgelassen und überall c statt c_1 gesetzt.

Diese vier Gleichungen reichen natürlich zur Bestimmung der fünf Unbekannten a, b, c, f_0, f_1 — nicht aus; wohl aber kann man aus denselben vier der Bekannten durch die fünfte — als welche wir c wählen wollen — ausdrücken. Die Rechnung führt auf quadratische Gleichungen und ihre Durchführung hat durchaus keine Schwierigkeit; wir wollen daher sofort die Resultate hersetzen:

$$\left.\begin{aligned}
a &= \frac{l - c + w_0 - u_0}{2} \mp \tfrac{1}{2}\sqrt{R} \\
b &= \frac{l - c - w_0 + u_0}{2} \pm \tfrac{1}{2}\sqrt{R} \\
f_0 &= \frac{c}{2(l - v_0)} \cdot \left\{ c - l + v_0 \pm \sqrt{R} \right\} \\
f_1 &= \frac{c}{2(l - v_0)} \cdot \left\{ c - l + v_0 \mp \sqrt{R} \right\} \\
\text{worin} \quad R &= (c - l + v)^2 - 2(l - v)(u_0 + w_0 - v_0)
\end{aligned}\right\} \quad 32)$$

gesetzt worden.

Aus diesen Formeln erhellt auf den ersten Blick, daß für einen gegebenen Werth von c stets zwei Lösungen existiren, bei welchen a und b verschiedene Werthe, die f aber zwar dieselben numerischen Werthe besitzen, jedoch ihre Stellung in Bezug auf die Endpunkte vertauschen; so daß der Fehler, welcher bei der einen Lösung der erste von A aus ist, bei der anderen Lösung der erste von B aus wird, während der andere bei der ersten Lösung von A aus der zweite, bei der anderen aber der nächste an A ist.

Controliren wir dies an ein Paar Zahlenbeispielen:

Sei etwa $l = 100 \quad a = 10 \quad b = 50$

$c = 40 \quad f_0 = 160 \quad f_1 = 200,$

so würden die Messungsresultate sein:

$$w_0 = 106$$
$$u_0 = 150$$
$$v_0 = 96$$

ferner ist: $l = 100$

Diese Werthe, in die Gleichungen (32) eingesetzt, ergeben für $c = 40$

$$R = (40 - 100 + 96)^2 - 2(100 - 96)(106 + 150 - 96)$$
$$= 36 . 36 - 8 . 160 = 16 (81 - 80) = 16$$

also $\sqrt{R} = 4$

und

$$a = \frac{100 - 40 + 106 - 150}{2} \mp 2 = 8 \mp 2$$
$$b = \frac{100 - 40 - 106 + 150}{2} \pm 2 = 52 \pm 2$$
$$f_0 = \frac{40}{8}(40 - 100 + 96 \quad \pm 4) = 180 \pm 20$$
$$f_1 = 5 (36 \mp 4) \qquad = 180 \mp 20.$$

Man findet also:

$$\text{entweder} \begin{cases} a = 6 \\ b = 54 \\ f_0 = 200 \\ f_1 = 160 \end{cases} \qquad \text{oder} \begin{cases} a = 10 \\ b = 50 \\ f_0 = 160 \\ f_1 = 200 \end{cases}$$

Die letzteren Werthe sind die oben angenommenen; aber auch die anderen Werthe entsprechen allen Bedingungsgleichungen; wenn sie vorhanden gewesen, so würden in der That die Messungen, wie man sich aus den Gleichungen (32) überzeugen kann, für u_0 w_0 v_0 genau dieselben Resultate ergeben haben, wie im obigen Falle.

Betrachten wir noch ein anderes Beispiel:

sei wiederum $l = 100$, ferner $a = 20 \quad b = 30$

$c = 50 \quad f_0 = 250 \quad f_1 = 200,$

so ergeben die Messungen

$$w_0 = 145$$
$$u_0 = 150$$
$$v_0 = 95.$$

Dieselben Resultate würden aber diese Messungen ergeben, wenn

$$l = 100 \qquad a = 25 \qquad b = 25$$
$$c = 50 \qquad f_0 = 200 \qquad f_1 = 250$$

angenommen worden wäre.

In der That findet man aus jenen Messungsresultaten

$$R = 45 \,.\, 45 - 10 \,.\, 200 = 25\,(81 - 80) = 25$$

und

$$a = \frac{45}{2} \mp \frac{5}{2} \qquad f_0 = 5\,(45 \pm 5)$$
$$b = \frac{55}{2} \pm \frac{5}{2} \qquad f_1 = 5\,(45 \mp 5)$$

Die beiden Lösungen sind also in der That:

$$a = 20 \qquad a = 25$$
$$b = 30 \qquad b = 25$$
$$f_0 = 250 \qquad f_0 = 200$$
$$f_1 = 200 \qquad f_2 = 250.$$

Das obere Vorzeichen vor den Wurzeln in den Formeln (32) gilt stets dann, wenn der der Station A zunächst gelegene Fehler den größeren, das untere aber dann, wenn derselbe den kleineren Widerstand besitzt.

Legt man der Größe c andere Werthe bei als 40 resp. 50, wie in vorigen Beispielen, so ergeben sich auch andere Werthe für a, b und für die f; man kann deren, wenn c nicht bekannt ist, unendlich viele finden, die alle den Messungen Genüge thun.

Grenzwerthe für c lassen sich indeß aus den Betrachtungen herleiten, daß die Ausdrücke nicht imaginär, also R nicht kleiner als 0 werden kann, und daß die Fehler nicht über Station A resp. B hinausrücken, also a und b nicht negativ werden dürfen.

Setzt man $R = 0$ oder $(c - l + v_0)^2 = (l - v_0)(u_0 + w_0 - v_0)$, so ergiebt sich daraus als untere Grenze des Werthes von c:

$$c = l - v_0 + \sqrt{2\,(l - v)\,(u_0 + w_0 - v_0)}$$

Als obere Grenze ergeben sich zwei verschiedene Werthe, je nachdem die oberen oder die unteren Vorzeichen der Wurzelgrößen gelten, und da man nicht wissen kann, welcher von beiden Fällen zutrifft, so muß man beide berechnen und den größeren Werth als äußerste Grenze für c annehmen.

Gelten die oberen Zeichen, so hat man $a = 0$ zu setzen, oder

$$(l - c + w_0 - u_0)^2 = (c - l + v_0)^2 - 2(l - v_0)(u_0 + w_0 - v_0),$$

daraus folgt:

$$c = \frac{v_0 + w_0 - u_0}{2} + \frac{2 w_0 (l - v_0)}{v_0 + w_0 - u_0}.$$

Gelten dagegen die unteren Vorzeichen, so ergiebt sich aus $b = 0$ oder $(l - c - w_0 + u_0)^2 = (c - l + v_0)^2 - 2\,(l - v_0)\,(u_0 + w_0 - v_0)$; der andere Grenzwerth von c ist hiernach:

$$c = \frac{v_0 + u_0 - w_0}{2} + \frac{2 u_0 (l - v_0)}{v_0 + u_0 - w_0}$$

Für das erste der beiden obigen Zahlenspiele ergeben sich nach diesen Formeln als Minimalwerth von c 39,78 und als Maximalwerthe $42\frac{4}{13}$, resp. $78\frac{4}{7}$.

Bei dem zweiten Beispiele beträgt der Minimalwerth von c 49,72, während die oberen Grenzen $61\frac{1}{3}$ respective 65 sind.

Zwischen diesen Grenzen kann c jeden beliebigen Werth annehmen.



Uebersicht der K. K. Oesterreichischen Vereins-Telegraphenlinien,

welche am 1. Januar 1866 in Betrieb standen.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
1.	Wien, Stadtleitung	zu den Bahnhöfen .	1,7	1,7	36	61,2	61,2
2.	Wien (Nordbahnhof)*	Floridsdorf* . . .	0,8		18	14,4	
3.	Floridsdorf* . . .	Gänserndorf* . . .	3,5		13	45,5	
4.	Gänserndorf* . .	Lundenburg . . .	7,0		8	56,0	
5.	Lundenburg . . .	Brünn	8,6		4	34,4	
6.	Brünn	Böhm. Trübau* . .	12,5		2	25,0	
7.	Böhm. Trübau* . .	Pardubitz	8,2		3	24,6	
8.	Pardubitz	Kolin	5,7		3	17,1	
9.	Kolin	Prag	8,6		4	34,4	
10.	Prag	Kralup*	4,0		4	16,0	
11.	Kralup*	Raudnitz	5,2		4	20,8	
12.	Raudnitz	Theresienstadt* Bahnh.	1,6		4	6,4	
13.	Theresienstadt* Bahnh.	Außig	3,8		3	11,4	
14.	Außig	Bodenbach . . . . (und sächs. Grenze)	3,3	72,8	3	9,9	315,9
15.	Prag	Prag Kleinseite . .	0,5	0,5	2	1,0	1,0
16.	Außig	Teplitz	2,6		1	2,6	
17.	Teplitz	Brüx	2,5		1	2,5	
18.	Brüx	Saaz	3,1		1	3,1	
19.	Saaz	Karlsbad	9,4		1	9,4	
20.	Karlsbad	Einsiedel	4,6		1	4,6	
21.	Einsiedel	Marienbad . . .	1,5		1	1,5	
22.	Marienbad . . .	Unterschön* . . .	3,4		1	3,4	
23.	Unterschön* . . .	Eger	0,7		2	1,4	
24.	Eger	Franzensbad	1,0		2	2,0	
25.	Franzensbad . . .	Asch	4,6		2	9,2	
26.	Asch	Oberneuhausen* . . (bayer. Grenze.)	0,7	34,1	1	0,7	40,4
27.	Asch	sächs. Gr. bei Elster*	1,0	1,0	1	1,0	1,0
28.	Brüx	Görkau	2,0	2,0	1	2,0	2,0
29.	Carlsbad	Ellbogen	2,1		1	2,1	
30.	Ellbogen	Falkenau	1,2		1	1,2	
31.	Falkenau	Unterschön* . . .	1,7	6,0	1	2,7	6,0
		Latus . .		118,1			427,5

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		118,1			427,5
32.	Marienbad	Plan	2,0		2	4,0	
33.	Plan	Pilsen	7,3		2	14,6	
34.	Pilsen	Prag (Bahnhof Smichow)	15,1		1	15,1	
35.	Prag (Bahnhof Smichow)	Prag (Kleinseite)	0,6	25,0	1	0,6	34,3
36.	Pilsen	Klattau	5,6		1	5,6	
37.	Klattau	Strakonitz	6,9		1	6,9	
38.	Strakonitz	Pisek	2,9		1	2,9	
39.	Pisek	Budweis	6,7	22,1	1	6,7	22,1
40.	Budweis	Neuhaus	6,6		1	6,6	
41.	Neuhaus	Teltsch	4,7		1	4,7	
42.	Teltsch	rothes Wirthshaus*	3,5		1	3,5	
43.	rothes Wirthshaus*	Trebitzsch	0,7		3	2,1	
44.	Trebitzsch	Brünn	8,1	23,6	3	24,3	41,2
45.	Budweis	Tabor	7,9		1	7,9	
46.	Tabor	Wotic	4,2		1	4,2	
47.	Wotic	Beneschau	2,7		1	2,7	
48.	Beneschau	Prag	5,5	20,3	3	16,5	31,3
49.	Floridsdorf*	Stockerau	8,1		5	15,5	
50.	Stockerau	Znaim	8,0		4	32,0	
51.	Znaim	Iglau	10,5		4	43,0	
52.	Iglau	Deutschbrod	3,6		4	14,4	
53.	Deutschbrod	Pardubitz	8,6	33,8	3	25,8	129,7
54.	Deutschbrod	Golcz Jenikau	3,6		1	3,6	
55.	Golcz Jenikau	Czaslau	1,8		1	1,8	
56.	Czaslau	Kuttenberg	1,5		1	1,5	
57.	Kuttenberg	Kollin	1,8	8,7	1	1,8	8,7
58.	Pardubitz	Josefstadt	6,0		4	24,0	
59.	Josefstadt	Kukus*	1,1		4	4,4	
60.	Kukus*	Turnau*	10,5		2	21,0	
61.	Turnau*	Reichenau*	2,6		3	7,8	
62.	Reichenau*	Reichenberg	2,6		2	5,2	
63.	Reichenberg	Friedland	3,1		3	9,3	
64.	Friedland	Seidenberg* (preuß. Gr.)	1,8	27,7	3	5,4	77,1
65.	Reichenberg	Weißkirchen*	2,1		3	6,3	
66.	Weißkirchen*	Grottau* (sächs. Gr.)	1,2	3,3	1	1,2	7,5
67.	Weißkirchen*	Böhm. Zwickau	3,8		2	7,6	
68.	Böhm. Zwickau	Röhrsdorf*	0,5		2	1,0	
69.	Röhrsdorf*	Haida	0,7		2	1,4	
70.	Haida	Böhm. Kamnitz	1,8		1	1,8	
71.	Böhm. Kamnitz	Bodenbach	2,4	9,2	1	2,4	14,2
		Latus		291,8			793,6

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		291,8			793,6
72.	Röhrsdorf*	(Schönborn*) Rumburg	2,7		2	5,4	
73.	Schönborn*	Warnsdorf	0,7		2	1,4	
74.	Schönborn*	Schönlinde	0,6	4,0	2	1,2	8,0
75.	Haida	Böhm. Laipa	1,2		1	1,2	
76.	Böhm. Laipa	Auscha	3,3		1	3,3	
77.	Auscha	Leitmeritz	2,3		1	2,3	
78.	Leitmeritz	Thereſienſtadt*, Bahnh.	0,8	7,6	3	2,4	9,2
79.	Rumburg	Georgswalde	0,7	0,7	1	0,7	0,7
80.	Rumburg	Schluckenau	1,3		1	1,3	
81.	Schluckenau	Nixdorf	1,3	2,6	1	1,3	2,6
82.	Reichenberg	Gablonz	1,7		3	5,1	
83.	Gablonz	Reichenau*	0,9	2,6	1	0,9	6,0
84.	Gablonz	Tannwald	1,8		2	3,6	
85.	Tannwald	Rochlitz	2,2		2	4,4	
86.	Rochlitz	Hohenelbe	4,3		2	8,6	
87.	Hohenelbe	Arnau	2,2		2	4,4	
88.	Arnau	Trautenau	2,6		2	5,2	
89.	Trautenau	Kukus*	3,0	16,1	2	6,0	32,2
90.	Turnau*	Jungbunzlau	4,4		1	4,4	
91.	Jungbunzlau	Kuttenthal*, Bahnh.	1,6		2	3,2	
92.	Kuttenthal*, Bahnh.	Brandeis	3,1		2	6,2	
93.	Brandeis	Prag	3,1	12,2	2	6,2	20,0
94.	Jungbunzlau	Jicin	5,1		1	5,1	
95.	Jicin	Horitz	3,1		1	3,1	
96.	Horitz	Josefstadt	4,2	12,4	1	4,2	12,4
97.	Beneschau	Humpoletz	8,7		2	17,4	
98.	Humpoletz	Iglau	3,3		2	6,6	
99.	Iglau	rothes Wirthshaus*	4,0	16,0	2	8,0	32,0
100.	Trebitzsch	Groß Meseritsch	2,6	2,6	1	2,6	2,6
101.	Lundenburg	Ungar. Hradisch*	7,7		4	30,8	
102.	Ungar. Hradisch*	Prerau	6,1		6	36,6	
103.	Prerau	Pohl*	5,3		5	26,5	
104.	Pohl*	Schönbrunn*	5,3		4	21,2	
105.	Schönbrunn*	Oderberg (preuß. Anschl.)	1,9	26,3	5	9,5	124,6
		Latus		394,9			1043,9

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		394,9			1043,9
106.	Prerau	Olmütz	3,3		3	9,9	
107.	Olmütz	Hohenstadt*	6,1		2	12,2	
108.	Hohenstadt*	Böhm. Trübau*	5,5	14,9	1	5,5	27,6
109.	Olmütz	Sternberg	2,3	2,3	1	2,3	2,3
110.	Olmütz	Proßnitz	2,6		1	2,6	
111.	Proßnitz	Neu Rausnitz	4,7		1	4,7	
112.	Neu Rausnitz	Brünn	2,9	10,2	1	2,9	10,2
113.	Hohenstadt*	Schönberg	2,0		1	2,0	
114.	Schönberg	Zöptau	1,3		1	1,3	
115.	Zöptau	Freiwaldau	4,6		1	4,6	
116.	Freiwaldau	(Sandhübel*) Zuckmantel	3,1		1	3,1	
117.	Zuckmantel	Würbenthal	2,8		1	2,8	
118.	Würbenthal	Freudenthal	3,1		1	3,1	
119.	Freudenthal	Jägerndorf	3,1		1	3,1	
120.	Jägerndorf	Troppau	3,1		1	3,1	
121.	Troppau	Schönbrunn*	3,9	27,0	1	3,9	27,0
122.	Sandhübel*	Bardsdorf	3,1	3,1	2	6,2	6,2
123.	Pohl*	Neutitschein	1,5		1	1,5	
124.	Neutitschein	Freiberg	1,5		1	1,5	
125.	Freiberg	Frideck	2,2		1	2,2	
126.	Frideck	Teschen	3,2		1	3,2	
127.	Teschen	Bielitz	4,3		1	4,3	
128.	Bielitz	Dziedicz*	1,5	14,2	3	4,5	17,2
129.	Oderberg	Dziedicz*	6,7		2	13,4	
130.	Dziedicz*	Oswieczim	2,9		3	8,7	
131.	Oswieczim	Trzebinia*	3,5		3	10,5	
132.	Trzebinia*	Krakau	5,5		5	27,5	
133.	Krakau	Bochnia*	5,4		5	27,0	
134.	Bochnia*	Tarnow	6,2		4	24,8	
135.	Tarnow	Dembica*	4,8		3	14,4	
136.	Dembica*	Rzeszow	6,4		3	19,2	
137.	Rzeszow	Jaroslaw	7,3		3	21,9	
138.	Jaroslaw	Przemysl	5,0		3	15,0	
139.	Przemysl	Sadowa Wicznia*	7,3		3	21,9	
140.	Sadowa Wicznia*	Lemberg	6,4		3	19,2	
141.	Lemberg	Podhayczik y*	4,4		4	17,6	
142.	Podhayczik y*	Zloczow	4,5		3	13,5	
143.	Zloczow	Tarnopol	8,1		1	8,1	
		Latus	84,4	466,6		262,7	1134,4

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport	84,4	466,6		261,7	1134,4
144.	Tarnopol	Kopiczincze* . . .	8,0		1	8,0	
145.	Kopiczincze* . . .	Czortkow*	2,2		2	4,4	
146.	Czortkow*	Zalesziki	6,2		1	6,2	
147.	Zalesziki	Mamajestie* . . .	4,7		1	4,7	
148.	Mamajestie* . . .	Säule Nr. 3470* .	1,2		2	2,4	
149.	Säule Nr. 3470* .	Czernowitz	0,7		3	2,1	
150.	Czernowitz	Sereth	5,6		2	11,2	
151.	Sereth	Suczawa	5,7		3	17,1	
152.	Suczawa	Nemericzeny* . . . (moldauische Grenze)	1,8	120,5	1	1,8	320,6
153.	Trzebinia* . . .	Szczakowa* . . .	2,2		2	4,4	
154.	Szczakowa* . . .	preuß. Gr. b. Myslowitz*	1,6	3,8	1	1,6	6,0
155.	Szczakowa* . . .	russ. Gr. bei Graniza*	0,2	0,2	1	0,2	0,2
156.	Sadowa Wicznia* .	Jaworow	2,5	2,5	2	5,0	5,0
157.	Przemysl	Sambor	8,6		1	8,6	
158.	Sambor	Drohobicz	4,5		1	4,5	
159.	Drohobicz	Stry	3,8	16,9	1	3,8	16,9
160.	Drohobicz	Truskavice	1,2	1,2	2	2,4	2,4
161.	Lemberg	Stry	9,4		1	9,4	
162.	Stry	Bolechow	3,3		1	3,3	
163.	Bolechow	Stanislaw	10,1		1	10,1	
164.	Stanislaw . . .	Kolomea	11,6		1	11,6	
165.	Kolomea	Mamajestie* . . .	9,2	43,6	1	9,2	43,6
166.	Podhayziky* . . .	Brezan	7,5	7,5	1	7,5	7,5
167.	Zloczow	Brody	5,4		2	10,8	
168.	Brody	Radziwilow* (russ. Gr.)	0,8	6,2	2	1,6	12,4
169.	Kopiczincze* . . .	Hussiatyn	3,2	3,2	3	9,6	9,6
170.	Czortkow*	Buczacz	4,3		1	4,3	
171.	Buczacz	Taborziska* . . .	7,0		1	7,0	
172.	Taborziska* . . .	Tysmienica . . .	1,0		1	1,0	
173.	Tysmienica . . .	Stanislaw . . .	1,5	13,8	1	1,5	13,8
174.	Taborziska* . . .	Tlumad	1,1	1,1	2	2,2	2,2
175.	Säule Nr. 3470* .	Sadagora	0,6		1	0,6	
176.	Sadagora	Bojan	2,1	2,7	1	2,1	2,7
		Latus . .		689,8			1577,3

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		689,8			1577,3
177.	Sereth	Michaleny* (mold. Gr.)	0,8	0,8	1	0,8	0,8
178.	Gänſerndorf*	Presburg	5,9		5	29,5	
179.	Presburg	Wartberg*	3,4		4	13,6	
180.	Wartberg*	Tornocz*	5,5		2	11,0	
181.	Tornocz*	Neuhäuſel	3,9		3	11,7	
182.	Neuhäuſel	Gran	7,1		4	28,4	
183.	Gran	Waitzen	5,6		4	22,4	
184.	Waitzen	Peſth	5,4		4	21,6	
185.	Peſth	Steinbruch	1,0		8	8,0	
186.	Steinbruch	Czegled	8,8		7	61,6	
187.	Czegled	Kecskemet	4,2		3	12,6	
188.	Kecskemet	Szegedin	11,5		3	34,5	
189.	Szegedin	Groß-Kikinda	7,8		3	23,4	
190.	Groß-Kikinda	Hatzfeld	2,7		6	16,2	
191.	Hatzfeld	Temesvar	5,6		6	33,6	
192.	Temesvar	Lugos	8.1		4	32,4	
193.	Lugos	Faczet	4,6		3	13,8	
194.	Faczet	Deva	9,1		3	27,3	
195.	Deva	Broos	3,1		3	9,3	
196.	Broos	Mühlenbach	4,6		3	13,8	
197.	Mühlenbach	Herrmannſtadt	7,3		4	29,2	
198.	Herrmannſtadt	Fogaras	10,2		2	20,4	
199.	Fogaras	Kronſtadt	8,2		2	16,4	
200.	Kronſtadt	Ober-Tömös* (wallachiſche Grenze)	3,0	136,6	2	6,0	496,7
201.	Kronſtadt	Udvarhely	12,8	12,8	1	12,8	12,8
202.	Mühlenbach	Karlsburg	1,9		1	1,9	
203.	Karlsburg	Groß Enyed	4,1		1	4,1	
204.	Groß Enyed	Klauſenburg	8,9		1	8,9	
205.	Klauſenburg	Szamos-Ujvar	6,6		1	6,6	
206.	Szamos-Ujvar	Dees	1,7		1	1,7	
207.	Dees	Szerethfalva*	7,1		1	7,1	
208.	Szerethfalva*	Biſtritz	1,3		2	2,6	
209.	Biſtritz	Watradorna	11,4		1	11,4	
210.	Watradorna	Kimpolung	5,6		1	5,6	
211.	Kimpolung	Suczawa	9,0	57,6	1	9,0	58,9
212.	Herrmannſtadt	Mediaſch	7,4		1	7,4	
213.	Mediaſch	Eliſabethſtadt	2,8		1	2,8	
214.	Eliſabethſtadt	Schäßburg	2,6		1	2,6	
215.	Schäßburg	Marosvaſarhely	6,6		1	6,6	
216.	Marosvaſarhely	Szasz Regen	4,4		1	4,4	
217.	Szasz Regen	Szerethfalva*	6,4	30,2	1	6,4	30,2
		Latus		927,8			2176,7

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		927,8			2176,7
218.	Lugos	Karansebes	5,8		1	5,8	
219.	Karansebes	Peceneske*	8,4		1	8,4	
220.	Peceneske*	Mehadia (Schleife)	0,7		2	1,4	
221.	Peceneske*	Orsowa	2,5		1	2,5	
222.	Orsowa	Vercsorowa* (wall. Gr.)	0,9	18,3	1	0,9	19,0
223.	Groß-Kikinda	Török-Becse	5,2		3	15,6	
224.	Török-Becse	Alt-Becse	1,4		2	2,8	
225.	Alt-Becse	Pulverth. bei Neusatz*	5,7		2	11,4	
226.	Pulverthurm*	Neusatz	0,6		3	1,8	
227.	Neusatz	Peterwardein*	0,2		4	0,8	
228.	Peterwardein*	Carlowitz	1,4		3	4,2	
229.	Carlowitz	Alt Pazua*	5,2		3	15,6	
230.	Alt Pazua*	Semlin	4,2		4	16,8	
231.	Semlin	Belgrad* (serb. Grenze)	1,0	24,9	2	2,0	71,0
232.	Török-Becse	Groß Becskerek	5,1		1	5,1	
233.	Groß Becskerek	Pancsowa	10,0		1	10,0	
234.	Pancsowa	Kubin	4,5	19,6	1	4,5	19,6
235.	Groß Becskerek	Tittel	4,3	4,3	2	8,6	8,6
236.	Szegedin	Theresiopel	6,2		2	12,4	
237.	Theresiopel	Almas	3,5		2	7,0	
238.	Almas	Baja	4,3		2	8,6	
239.	Baja	Zombor	6,4		2	12,8	
240.	Zombor	Kula	5,4		2	10,8	
241.	Kula	Verbacz	1,3		2	2,6	
242.	Verbacz	Pulverthurm Neusatz*	4,9	32,0	2	9,8	64,0
243.	Zombor	Bezdan	2,4	2,4	2	4,8	4,8
244.	Zombor	Apatin	2,1	2,1	2	4,2	4,2
245.	Czegled	Szolnok	3,7		4	14,8	
246.	Szolnok	Püspök-Ladany*	10,6		2	21,2	
247.	Püspök-Ladany*	Debreczin	6,0		3	18,0	
248.	Debreczin	Nyiregyhaza	7,1		2	14,2	
249.	Nyiregyhaza	Tokay	4,3		1	4,3	
250.	Tokay	Miskolcz	7,9		1	7,9	
251.	Miskolcz	Kaschau	12,4		1	12,4	
252.	Kaschau	Eperies	4,8		1	4,8	
253.	Eperies	Bartfeld	5,4		1	5,4	
254.	Bartfeld	Dukla	9,7		1	9,7	
255.	Dukla	Tarnow	12,2	84,1	1	12,2	124,9
		Latus		1115,5			2492,8

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		1115,5			2492,8
256.	Nyiregyhaza . . .	Nagy-Kallo . . .	2,0		1	2,0	
257.	Nagy-Kallo . . .	Nyir Bator . . .	3,1		1	3,1	
258.	Nyir Bator . . .	Nagy-Karoly . .	4,4		1	4,4	
259.	Nagy-Karoly . .	Szathmar Nemethy .	4,6		1	4,6	
260.	Szathmar Nemethy .	Tisza Ujlak . . .	7,9		1	7,9	
261.	Tisza Ujlak . . .	Marmaros Szigeth .	13,1	35,1	1	13,1	35,1
262.	Szolnok	Czaba	13,6		2	27,2	
263.	Czaba	Arad	7,7		2	15,4	
264.	Arad	Temesvar	7,2		2	14,4	
265.	Temesvar	Csebely*	3,4		1	3,4	
266.	Csebely*	Detta	2,5		1	2,5	
267.	Detta	Werschetz	4,8		1	4,8	
268.	Werschetz	Jassenowa* . . .	2,7		1	2,7	
269.	Jassenowa* . . .	Weißkirchen . . .	1,9		2	3,8	
270.	Weißkirchen . . .	Basiasch	1,7		1	1,7	
271.	Basiasch	Alt Moldowa . . .	3,4		1	3,4	
272.	Alt Moldowa . . .	Drenkowa	4,7		1	4,7	
273.	Drenkowa	Orsowa	8,4	62,0	1	8,4	92,4
274.	Csebely*	Czakowa	1,1	1,1	2	2,2	2,2
275.	Jassenowa* . . .	Orawitza	5,2	5,2	1	5,2	5,2
276.	Püspök-Ladany* .	Großwardein . . .	8,9	8,9	1	8,9	8,9
277.	Wartberg* . . .	Tirnau	3,5		2	7,0	
278.	Tirnau	Bereghßeg* . . .	2,2		2	4,4	
279.	Bereghßeg* . . .	Freistadtl	0,8		1	0,8	
280.	Freistadtl	Neutra	3,2		1	3,2	
281.	Neutra	Verebely*	3,0		1	3,0	
282.	Verebely*	Leva	3,2		1	3,2	
283.	Leva	Schemnitz	5,5		1	5,5	
284.	Schemnitz	Szliacz	4,3		1	4,3	
285.	Szliacz	Neusohl	3,0		1	3,0	
286.	Neusohl	Rosenberg	7,5		1	7,5	
287.	Rosenberg	Szt. Miklos . . .	3,2		1	3,2	
288.	Szt. Miklos . . .	Käsmark	9,2		1	9,2	
289.	Käsmark	Kroczenko* . . .	6,8		1	6,8	
290.	Kroczenko* . . .	Neusandec	5,9		1	5,9	
291.	Neusandec	Bochnia*	8,5	69,8	1	8,5	75,5
292.	Neutra	Tornocz	3,0	3,0	1	3,0	3,0
		Latus . . .		1300,6			2715,1

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport		1300,6			2715,1
293.	Neutra	G. Tapolczan	4,6		1	4,6	
294.	G. Tapolczan	Ban	3,9		1	3,9	
295.	Ban	Trentschin	4,4		1	4,4	
296.	Trentschin	Koszthol ma*	0,9		3	2,7	
297.	Koszthol ma*	Ungar. Brood	4,6		2	4,6	
298.	Ungar. Brood	Ungar. Hradisch*	3,0	21,4	2	6,0	30,8
299.	Koszthol ma*	Neustadtl	2,3		1	2,3	
300.	Neustadtl	Pistian	2,0		1	2,0	
301.	Pistian	Bereghßeg	3,1	7,4	1	3,1	7,4
302.	Verebely*	Aranyos Maroth	2,8	2,8	2	5,6	5,6
303.	Käsmark	Leutschau	3,2		1	3,2	
304.	Leutschau	Iglau	1,2	4,4	1	1,2	4,4
305.	Kroczenko*	Szczawnica	0,7	0,7	2	1,4	1,4
306.	Steinbruch	Hatvan* Losoncz	21,7		1	21,7	
307.	Hatvan*	Gyöngyös	3,2	24,9	2	6,4	28,1
308.	Wien, Bahnhof*	Wieselburg	11,7		5	58,5	
309.	Wieselburg	Raab	5,2		5	26,0	
310.	Raab	Neu Szöny*	5,4		3	16,2	
311.	Neu Szöny*	Stuhlweißenburg	11,1		2	22,2	
312.	Stuhlweißenburg	Teteny*	7,0		6	42,0	
313.	Teteny*	Ofen	2,3		8	18,4	
314.	Ofen	Pesth	0,4	43,1	9	3,6	186,9
315.	Raab	Papa	6,2		2	12,4	
316.	Papa	Vesprim	6,7		2	13,4	
317.	Vesprim	Stuhlweißenburg	6,8	19,7	2	13,6	39,4
318.	Neu Szöny*	Komorn	0,3		1	0,3	
319.	Komorn	Neuhäusel	4,1	4,4	1	4,1	4,4
320.	Teteny*	Dunaföldvar	9,7		2	19,4	
321.	Dunaföldvar	Paks	3,1		2	6,2	
322.	Paks	Tolna	3,1		2	6,2	
323.	Tolna	Szegßard	1,8		2	3,6	
324.	Szegßard	Mohacs	6,1	23,8	2	12,2	47,6
		Latus		1453,2			3071,1

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		1453,2			3071,1
325.	Wien, Südbahnhof*	Hetzendorf* . . .	1,4		13	18,2	
326.	Hetzendorf* . . .	Mödling* . . .	1,3		7	9,1	
327.	Mödling* . . .	Baden	1,6		7	11,2	
328.	Baden	Wiener Neustadt .	3,0		7	21,0	
329.	Wiener Neustadt .	Neunkirchen . .	1,2		5	6,0	
330.	Neunkirchen . .	Bruck a. M., Bahnhof*	12,8		5	64,0	
331.	Bruck a. M., Bahnh.*	Graz*, Bahnhof . .	7,8		5	39,0	
332.	Graz*, Bahnhof .	Station Graz . .	0,4		10	4,0	
333.	Graz*, Bahnhof .	Spielfeld* . . .	6,3		4	25,2	
334.	Spielfeld* . . .	Marburg a. d. Drau	2,6		5	13,0	
335.	Marburg a. d. Drau	Bahntheilung* . .	0,2		9	1,8	
336.	Bahntheilung* . .	Pragerhof* . . .	2,4		8	19,2	
337.	Pragerhof* . . .	Pöltschach* . . .	1,9		5	9,5	
338.	Pöltschach* . . .	Cilly	4,6		5	23,0	
339.	Cilly	Steinbrück . . .	3,5		5	17,5	
340.	Steinbrück . . .	Laibach	8,7		4	34,8	
341.	Laibach	Adelsberg	8,8		5	44,0	
342.	Adelsberg	Fernetitsch* . . .	6,9		5	34,5	
343.	Fernetitsch* . . .	Nabresina	1,9		1	1,9	
344.	Fernetitsch* . . .	Triest	1,2	78,5	6	7,2	404,1
345.	Wiener Neustadt .	Oedenburg . . .	4,5		2	9,0	
346.	Oedenburg . . .	Egerszeg*, Bahnhof	14,5		2	29,0	
347.	Egerszeg*, Bahnhof	Szala Egerszeg . .	1,0		2	2,0	
348.	Egerszeg*, Bahnhof	Kanischa, Bahnhof*	7,9	27,9	2	15,8	55,8
349.	Spielfeld* . . .	Gleichenberg . . .	5,0	5,0	1	5,0	5,0
350.	Pragerhof* . . .	Pettau	2,7		3	8,1	
351.	Pettau	Czakathurn . . .	6,5		3	19,5	
352.	Czakathurn . . .	Kanischa	6,0		3	18,0	
353.	Kanischa	Keßthely	6,6		2	13,2	
354.	Keßthely	Siofok	9,8		2	19,6	
355.	Siofok	Stuhlweißenburg .	6,4	38,0	2	12,8	91,2
356.	Czakathurn . . .	Warasdin	1,5	1,5	2	3,0	3,0
357.	Pöltschach* . . .	Sauerbrunn . . .	1,5	1,5	2	3,0	3,0
358.	Cilly	Neuhaus	2,5	2,5	1	2,5	2,5
359.	Steinbrück . . .	Bahnhof Agram* .	10,3		3	30,9	
360.	Bahnhof Agram* .	Agram (Station) .	0,2		14	2,8	
361.	Bahnhof Agram* .	Savebrücke* . . .	0,5		5	2,5	
		Latus . . .	11,0	1608,1		36,2	3635,7

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport	11,0	1608,1		36,2	3635,7
362.	Savebrücke*	Sziszek	6,5		3	19,5	
363.	Sziszek	Kostajnitza	6,3		2	12,6	
364.	Kostajnitza	Jassenowac	4,8		2	9,6	
365.	Jassenowac	Neu-Gradiska	6,8		2	13,6	
366.	Neu-Gradisca	Brood	7,3		2	14,6	
367.	Brood	Verpolje*	5,1		2	10,2	
368.	Verpolje*	Durkomar	1,6		1	1,6	
369.	Durkowar	Essegg	5,3		1	5,3	
370.	Essegg	Vuka Canal*	4,7		3	14,1	
371.	Vuka Canal*	Vukovar	0,4		5	2,0	
372.	Vukovar	Illok*	5,2		4	20,8	
373.	Illok*	Peterwardein*	5,2	70,2	3	15,6	175,7
374.	Verpolje*	Vinkovce	4,6		1	4,6	
375.	Vinkovce	Vuka Canal*	2,4	7,0	2	4,8	9,4
376.	Vinkovce	Rajevosello	7,8	7,8	1	7,8	7,8
377.	Illok*	Mitrowitz	5,1		1	5,1	
378.	Mitrowitz	Ruma	2,4		1	2,4	
379.	Ruma	Alt-Pazua*	3,2	10,7	1	3,2	10,7
380.	Essegg	Valpo	3,3	3,3	1	3,3	3,3
381.	Essegg	Mohacs	7,7		3	23,1	
382.	Mohacs	Üszögh*	7,5		1	7,5	
383.	Üszögh*	Fünfkirchen	0,7		2	1,4	
384.	Üszögh*	Kaposvar	8,4		1	8,4	
385.	Kaposvar	Kanischa	9,6	33,9	1	9,6	50,0
386.	Fünfkirchen	Szigethvar	5,0	5,0	1	5,0	5,0
387.	Neu-Gradisca	Pozega	4,2	4,2	2	8,4	8,4
388.	Savebrücke*	Karlstadt	6,8		2	13,6	
389.	Karlstadt	Josefsthal*	6,1		2	12,2	
390.	Josefsthal*	Lutaloqua*	5,3	18,2	2	10,6	36,4
391.	Josefsthal*	Ogulin	1,6	1,6	2	3,2	3,2
392.	Triest	Fiume	9,4		2	18,8	
393.	Fiume	Buccari	1,4		2	2,8	
394.	Buccari	Zengg	6,9		2	13,8	
395.	Zengg	Lutaloqua*	2,2		2	4,4	
		Latus	19,9	1770,0		39,8	3945,6

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport	19,9	1770,0		39,8	3945,6
396.	Lutaloqua*	Ottochacz	2,5		2	5,0	
397.	Ottochacz	Gospich	5,7		2	11,4	
398.	Gospich	St. Roch*	4,4		2	8,8	
399.	St. Roch*	Obrovazzo	3,2		1	3,2	
400.	Obrovazzo	Zemonico*	4,2		1	4,2	
401.	Zemonico*	Zara (Schleife)	2,1		3	6,3	
402.	Zemonico*	Benkoracz	2,5		2	5,0	
403.	Benkoracz	Scardona	3,3		2	6,6	
404.	Scardona	Crociera*	0,3		4	1,2	
405.	Crociera*	Sebenico	1,4		3	4,2	
406.	Sebenico	Trau	6,0		2	12,0	
407.	Trau	Salona*	2,6		2	5,2	
408.	Salona*	Bernace*	3,5		2	7,0	
409.	Bernace*	Metkovich	15,9		1	15,9	
410.	Metkovich	Rudine*	5,5		1	5,5	
411.	Rudine*	Ragusa	5,1		2	10,2	
412.	Ragusa	Obod*	1,9		1	1,9	
413.	Obod*	Castelnuovo	4,0		1	4,0	
414.	Castelnuovo	Cattaro	4,3		1	4,3	
415.	Cattaro	Budua	2,7		1	2,7	
416.	Budua	Castel Lastua	2,4		1	2,4	
417.	Castel Lastua	türk. Gr. bei Antivari*	0,9	104,3	1	0.9	167,7
418.	St. Roch*	Knin	9,7		1	9,7	
419.	Knin	Sign	7,8		1	7,8	
420.	Sign	Bernace*	0,7	18,2	3	2,1	19,6
421.	Knin	Dernis	3,1		1	3,1	
422.	Dernis	Crociera*	2,9	6,0	1	2,9	6,0
423.	Metkovich	türkische Grenze*	0,3	0,3	1	0,3	0,3
424.	Salona*	Spalato	0,8		4	3,2	
425.	Spalato	Val Cava*	3,0		1	3,0	
426.	Val Cava*	Val Duga*	2,7		1	2,7	
427.	Val Duga*	Lesina (Schleife)	0,7		2	1,4	
428.	Val Duga*	Lissa (Insel)	3,8	11,0	1	3,8	14,1
429.	Val Cava*	Milna	0,3	0,3	2	0,6	0,6
430.	Spalato	Montegrasso*	1,9		2	3,8	
431.	Montegrasso*	Almissa	1,6		1	1.6	
432.	Almissa	Macarska	5,1		1	5,1	
433.	Macarska	Bogomoglie*	4,6		1	4,6	
		Latus	13,2	1910,1		15,1	4153,9

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen.		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen.	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
		Transport	13,2	1910,1		15,1	4153,9
434.	Bogomoglie*	Orebich	3,4		1	3,4	
435.	Orebich	Curzola	0,4		2	0,8	
436.	Orebich	Stagno	7,2		1	7,2	
437.	Stagno	Rudine*	3,2	27,4	1	3,2	29,7
438.	Montegrasso*	St. Pietro	1,8	1,8	1	1,8	1,8
439.	Bogomoglie*	Cittavecchia	5,5		2	11,0	
440.	Cittavecchia	Lesina	2,6	8,1	2	5,2	16,2
441.	Obod*	Ragusavecchia	0,3	0,3	2	0,6	0,6
442.	Triest	Capo-d'Istria	2,9		2	5,8	
443.	Capo-d'Istria	Pirano	2,2		2	4,4	
444.	Pirano	Visinada*	5,4		2	10,8	
445.	Visinada*	Pisino	2,7		2	5,4	
446.	Pisino	Cherso	8,1		1	8,1	
447.	Cherso	Lusinpiccolo	7,0	28,3	1	7,0	41,5
448.	Visinada*	Parenzo	2,1	2,1	2	4,2	4,2
449.	Pisino	Dignano*	4,6		1	4,6	
450.	Dignano*	Pola	1,6	6,2	2	3,2	7,8
451.	Dignano*	Rovigno	3,3	3,3	1	3,3	3,3
452.	Stockerau	Krems	6,3		1	6,3	
453.	Krems	St. Pölten, Abzweig.*	3,3		1	3 3	
454.	St. Pölten, Abzweig.*	Mariazell	9,0		2	18,0	
455.	Mariazell	Bruck a. d. Mur*	7,4		2	14,8	
456.	Bruck a. d. Mur*	Station Bruck a. d. Mur	0,2		12	2,4	
457.	Bruck a. d. Mur*	Leoben	2,0		4	8,0	
458.	Leoben	Judenburg	6,4		3	19,2	
459.	Judenburg	Friesach	6,9		3	20,7	
460.	Friesach	Klagenfurt	6,1		3	18,3	
461.	Klagenfurt	Villach	5,3		2	10,6	
462.	Villach	Pontafel*	7,3		2	14,6	
463.	Pontafel* (Pianis)	Udine	9,3	69,5	2	18,6	154,8
464.	Pianis*	Tolmezzo	1,5	1,5	2	3,0	3,0
465.	Klagenfurt	Unterdrauburg*	9,0		1	9,0	
466.	Unterdrauburg*	Marburg a. M.	8,6	17,6	1	8,6	17,6
467.	Unterdrauburg*	Wolfsberg	5,1	5,1	2	10,2	10,2
		Latus		2081,3			4444,6

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		2081,3			4444,6
468.	Klagenfurt	Neumarktl	4,5		1	4,5	
469.	Neumarktl	Laibach	5,7	10,2	1	5,7	10,2
470.	Hetzendorf* . . .	Baumgarten* . .	0,9		6	5,4	
471.	Baumgarten* . .	St. Pölten, Abzweig.*	7,7		6	46,2	
472.	St. Pölten, Abzweig.*	St. Pölten, Station	0,1		8	0,8	
473.	St. Pölten, Abzweig.*	Enns*	14,8		5	74,0	
474.	Enns*	Linz	2,2		5	11,0	
475.	Linz	Wels	3,4		6	20,4	
476.	Wels	Riedau*	5,7		2	11,4	
477.	Riedau*	Schärding	3,5		2	7,0	
478.	Schärding	bayer. Gr.* bei Paſſau	1,7	40,0	2	3,4	179,6
479.	Enns*	Steyr	3,2		2	6,4	
480.	Steyr	Hall	2,3		1	2,3	
481.	Hall	Wels	3,6	9,1	1	3,6	12,3
482.	Steyr	Leoben	17,6	17,6	1	17,6	17,6
483.	Linz	Freiſtadt	5,8		2	11,6	
484.	Freiſtadt	Budweis	8,2	14,0	2	16,4	28,0
485.	Riedau*	Ried	3,1	3,1	2	6,2	6,2
486.	Wels	Lambach*	2,0		3	6,0	
487.	Lambach*	Salzburg	12,4		2	24,8	
488.	Salzburg	Hallein	2,1		3	6,3	
489.	Hallein	Lend*	8,4		3	25,2	
490.	Lend*	Bruck a. d. Salza* .	2,7		3	8,1	
491.	Bruck a. d. Salza* .	Wörgl*	11,5		2	23,0	
492.	Wörgl*	Innsbruck	8,7	47,8	4	34,8	128,2
493.	Lambach*	Gmunden	3,6		1	3,6	
494.	Gmunden	Iſchl	4,5		1	4,5	
495.	Iſchl	Salzburg	7,5		1	7,5	
496.	Salzburg	bayeriſche Grenze* .	0,8	16,4	1	0,8	16,4
497.	Lend*	Hof Gaſtein . . .	3,1		2	6,2	
498.	Hof Gaſtein . . .	Bad Gaſtein . . .	1,6	4,7	2	3,2	9,4
499.	Bruck a. d. Salza* .	Kiefersfelden* (bayer. Gr.)	13,0		1	13,0	
500.	Kiefersfelden* . . .	Kufſtein	0,3		2	0,6	
501.	Kufſtein	Wörgl*	1,7	15,0	2	3,4	17,0
		Latus . . .		2259,2			4869,5

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		2259,2			4869,5
502.	Innsbruck	Telfs	3,8		2	7,6	
503.	Telfs	Imst	4,3		2	8,6	
504.	Imst	Landeck	2,3		2	4,6	
505.	Landeck	Bludenz	9,5		3	28,5	
506.	Bludenz	Feldkirch	2,6		3	7,8	
507.	Feldkirch	Hohenems	2,1		3	6,3	
508.	Hohenems	Dornbirn	1,2		3	3,6	
509.	Dornbirn	Achbrücke*	1,3		3	3,9	
510.	Achbrücke*	Bregenz	0,3		7	2,1	
511.	Bregenz	Unterhöchststeg* (bayer. Grenze)	0,6	28,0	1	0,6	73,6
512.	Achbrücke*	Hard*	0,5		4	2,0	
513.	Hard*	Höchst* (schweizer Gr.)	0,8		3	2,4	
514.	Hard*	Bodensee*	0,2	1,5	1	0,2	4,6
515.	Landeck	Mals	8,8		1	8,8	
516.	Mals	Sponding*	1,5		1	1,5	
517.	Sponding*	Meran	6,5		1	6,5	
518.	Meran	Botzen	3,8	20,6	1	3,8	20,6
519.	Innsbruck	Sterzing	7,3		2	14,6	
520.	Sterzing	Franzensfeste*	3,1		2	6,2	
521.	Franzensfeste*	Brixen	1,1		3	3,3	
522.	Brixen	Botzen	6,0		3	18,0	
523.	Botzen	(St. Michaele*) Trient	7,3		3	21,9	
524.	Trient	Roveredo	3,8		3	11,4	
525.	Roveredo	(Mori*) Verona	9,4		3	28,2	
526.	Verona	Mantua	5,6		2	11,2	
527.	Mantua	Borgoforte	3,0		1	3,0	
528.	Borgoforte	Suzzara* (ital. Grenze)	1,4	48,0	1	1,4	119,2
529.	St. Michaele*	Cles	3,9	3,9	1	3,9	3,9
530.	Mori*	Riva	3,5	3,5	1	3,5	3,5
531.	Verona	Peschiera	3,4		2	6,8	
532.	Peschiera	Pozzolengo* (lomb. Gr.)	1,8	5,2	2	3,6	10,4
533.	Mantua	Grenze bei delle Grazie*	1,1	1,1	1	1,1	1,1
534.	Mantua	Legnago	5,5	5,5	1	5,5	5,5
535.	Suzzara*	Gonzaga	2,8	2,8	2	5,6	5,6
		Latus		2379,3			5117,5

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		2379,3			5117,5
536.	Verona	Bahnhof Lonigo*	3,0		6	18,0	
537.	Bahnhof Lonigo*	Tavernelle*	3,0		5	15,0	
538.	Tavernelle*	Vicenza	1,2		6	7,2	
539.	Vicenza	Padua	4,0		4	16,0	
540.	Padua	Mestre*	3,7		6	22,2	
541.	Mestre*	Treviso	2,7		5	13,5	
542.	Treviso	Conegliano	3,6		4	14,4	
543.	Conegliano	(Sacile, Pordenone, Casarsa) Udine	10,4		3	31,2	
544.	Bahnhof Sacile*	Station Sacile	0,2		2	0,4	
545.	Bahnhof Pordenone*	Station Pordenone	0,2		2	0,4	
546.	Casarsa	San Vito	0,7		2	1,4	
547.	Udine	Görz	4,3		3	12,9	
548.	Görz	Nabresina	4,9		3	14,7	
549.	Nabresina	Triest	2,1	44,0	2	4,2	171,5
550.	Verona	Legnago	5,5		1	5,5	
551.	Legnago	Ostiglia	4,5	10,0	1	4,5	10,0
552.	Tavernelle*	Valdagno	3,2		1	3,2	
553.	Valdagno	Recoaro	1,6	4,8	1	1,6	4,8
554.	Vicenza	Tiene	2,5		1	2,5	
555.	Tiene	Schio	1,5	4,0	1	1,5	4,0
556.	Vincenza	Cittadella	4,0		2	8,0	
557.	Cittadella	Bassano	1,5		1	1,5	
558.	Bassano	Feltre	7,0		1	7,0	
559.	Feltre	Belluno	4,0		1	4,0	
560.	Belluno	Cortina d'Ampezzo	7,8		1	7,8	
561.	Cortina d'Ampezzo	Niederndorf	4,6		1	4,6	
562.	Niederndorf	Brunnecken	2,9		1	2,9	
563.	Brunnecken	Franzensfeste*	4,1	35,9	1	4,1	39,9
564.	Cittadella	Castelfranco	1,7		1	1,7	
565.	Castelfranco	Treviso	3,3	5,0	1	3,3	5,0
566.	Padua	Monselice	3,1		4	12,4	
567.	Monselice	Rovigo	3,1		3	9,3	
568.	Rovigo	Polesella	2,0		2	4,0	
569.	Polesella	M. Maddalena u. Grenze bei Lagoscuro*	1,3	9,5	2	2,6	28,3
570.	M. Maddalena	Ochiobello	0,6		1	0,6	
571.	Ochiobello	Ficcarolo	2,1	2,7	1	2,1	2,7
		Latus		2495,2			5383,7

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		2495,2			5383,7
572.	Monſelice	Eſte	1,3		1	1,3	
573.	Eſte	Montagnana	2,3		1	2,3	
574.	Montagnana	Cologna	1,8		1	1,8	
575.	Cologna	Lonigo	1,2		1	1,2	
576.	Lonigo	Lonigo Bahnhof*	1,0	7,6	1	1,0	7,6
577.	Meſtre*	Venedig	1,6		11	17,6	
578.	Venedig	(Alberoni)	2,3		1	2,3	
579.	(Alberoni)	Chioggia	2,5		1	2,5	
580.	Chioggia	Adria	4,5		1	4,5	
581.	Adria	Rovigo	4,4		1	4,4	
582.	Rovigo	Lendinara	2,9		1	2,9	
583.	Lendinara	Badia	2,0		1	2,0	
584.	Badia	Legnago	2,7	22,9	1	2,7	38,9
585.	Badia	Trecento	1,5		1	1,5	
586.	Trecento	Maſſa	2,0	3,5	1	2,0	3,5
587.	Conegliano	Ceneda	2,0		1	2,0	
588.	Ceneda	Belluno	5,0	7,0	1	5,0	7,0
589.	Udine	Cividale	2,3	2,3	1	2,3	2,3
590.	Udine	Palmanuova	2,0		1	2,0	
591.	Palmanuova	Portogruaro	6,7		1	6,7	
592.	Portogruaro	Oderzo	4,5		1	4,5	
593.	Oderzo	Ponte Piave* Treviſo	4,0	17,2	1	4,0	17,2
594.	Ponte Piave*	San Dona	2,2	2,2	2	4,4	4,4
		Summa		2557,9			5464,6

Außerdem folgende Telegraphen-Linien und Leitungen, welche nicht Vereinslinien ſind:

Nr.	Von	bis	Länge einzeln	Länge überhaupt	Zahl der Leitungen	Geſammtlänge einzeln	Geſammtlänge überhaupt
(325)	Wien	Süd bahnh. Hetzendorf*			1	1,4	
(326)	Hetzendorf*	Mödling*			1	1,3	2,7
(470)	Hetzendorf*	Baumgarten*			2	1,8	1,8
595.	Mödling*	Laxenburg	0,6	0,6	1	0,6	0,6
596.	Baumgarten*	Penzing*	0,1		2	0,2	
597.	Penzing*	Schönbrunn	0,2	0,3	2	0,4	0,6
598.	Trieſt	Miramare	1,1	1,1	1	1,1	1,1
599.	Trieſt	Marine Filiale	0,4	0,4	1	0,4	0,4
600.	Sponding*	Gomagri	1,4	1,4	2	2,8	2,8
601.	Cles	Fort Strigno	4,9	4,9	1	4,9	4,9
602.	Trient	Lardaro	6,8	6,8	1	6,8	6,8
		Summa		15,5			21,7

Uebersicht der Großherzogl. Badischen Vereins-Telegraphenlinien,

welche am 1. Januar 1866 in Betrieb standen.

Die gesperrt gedruckten Namen sind Vereinsstationen, die übrigen sind Bahnbetriebs-Telegraphenstationen. Die mit einem * bezeichneten Orte sind noch nicht eröffnete Stationen, oder bloße Anschlußpunkte.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
1.	Carlsruhe, Stadt	Carlsruhe, Bahnhof	0,1		13	1,3	
2.	Carlsruhe, Bahnhof	Durlach	0,6		10	6,0	
3.	Durlach	Weingarten . . .	1,1		7	7,7	
4.	Weingarten . . .	Bruchsal . . .	1,2		7	8,4	
5.	Bruchsal	Langenbrücken . .	1,2		6	7,2	
6.	Langenbrücken . .	Wiesloch	1,4		6	8,4	
7.	Wiesloch	Heidelberg . . .	1,9		6	11,4	
8.	Heidelberg . . .	Friedrichsfeld . . .	1,3		7	9,1	
9.	Friedrichsfeld . . .	Mannheim, Bahnhof	1,2		6	7,2	
10.	Mannheim, Bahnhof	Mannheim, Stadt	0,1		6	0,6	
11.	Mannheim . .	Bayer. Gr.* (Mitte Rhein)	0,5	10,6	1	0,5	67,8
12.	Durlach	Grötzingen	0,4		3	1,2	
13.	Grötzingen	Berghausen . . .	0,3		3	0,9	
14.	Berghausen . . .	Söllingen	0,3		3	0,9	
15.	Söllingen	Wilferdingen . . .	0,7		3	2,1	
16.	Wilferdingen . . .	Königsbach . . .	0,4		3	1,2	
17.	Königsbach . . .	Ersingen	0,6		3	1,8	
18.	Ersingen	Pforzheim . . .	0,9		3	2,7	
19.	Pforzheim . . .	Niefern	0,8		2	1,6	
20.	Niefern	Mühlacker*, württ. Anschl.	0,9	5,3	2	1,8	14,2
21.	Pforzheim . . .	Württ. Gr.* nach Wildbad	0,6	0,6	1	0,6	0,6
22.	Heidelberg . . .	Schwetzingen . .	1,4		1	1,4	
23.	Schwetzingen . .	Hockenheim . . .	1,1		1	1,1	
24.	Hockenheim . .	Waghäusel . . .	1,3		1	1,3	
25.	Waghäusel . . .	Philippsburg . .	0,6	4,4	1	0,6	4,4
26.	Heidelberg . . .	Schlierbach . . .	0,7		2	1,4	
27.	Schlierbach . . .	Neckargemünd .	0,6		2	1,2	
28.	Neckargemünd .	Bammenthal . . .	0,6		2	1,2	
29.	Bammenthal . . .	Mauer	0,4		2	0,8	
30.	Mauer	Meckesheim . . .	0,3		2	0,6	
31.	Meckesheim . . .	Neidenstein . . .	0,9		2	1,8	
32.	Neidenstein . . .	Waibstadt	0,4		2	0,8	
33.	Waibstadt	Helmstadt	0,7		2	1,4	
34.	Helmstadt	Aglasterhausen . .	0,6		2	1,2	
35.	Aglasterhausen . .	Neckarelz	1,6		2	3,2	
		Latus . . .	6,8	20,9		13,6	87,0

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport	6,8	20,9		13,6	87,0
36.	Neckarelz	Mosbach . . .	0,4		3	1,2	
37.	Mosbach	Auerbacher Mühle* .	1,1		2	2,2	
38.	Auerbacher Mühle* .	Adelsheim . . .	2,0		1	2,0	
39.	Adelsheim . . .	Boxberg . . .	3,2		1	3,2	
40.	Boxberg	Gerlachsheim . .	1,9		1	1,9	
41.	Gerlachsheim . .	Tauberbiſchofsheim	0,9		1	0,9	
42.	Tauberbiſchofsheim	Wertheim . . .	4,0	20,3	1	4,0	29,0
43.	Meckesheim . . .	Sinsheim . . .	1,4		1	1,4	
44.	Sinsheim . . .	Eppingen . . .	2,3	3,7	1	2,3	3,7
45.	Waibſtadt	Neckarbiſchofsheim	0,3	0,3	2	0,6	0,6
46.	Neckarelz	Württemb. Grenze* . (nach Heilbronn)	0,9	0,9	1	0,9	0,9
47.	Mosbach	Eberbach . . .	2,9	2,9	1	2,9	2,9
48.	Auerbacher Mühle* .	Ober-Neudorf* . .	1,9		1	1,9	
49.	Ober-Neudorf* . .	Buchen	0,6		2	1,2	
50.	Buchen	Walldürn . . .	1,0		1	1,0	
51.	Walldürn . . .	Miltenberg* (bayr. Gr)	1,3	4,8	1	1,3	5,4
52.	Ober-Neudorf* . .	Mudau	1,1	1,1	1	1,1	1,1
53.	Boxberg	Krautheim . . .	2,5	2,5	1	2,5	2,5
54.	Tauberbiſchofsheim	Königheim . . .	0,9		1	0,9	
55.	Königheim . . .	Hardheim . . .	1,4	2,3	1	1,4	2,3
56.	Friedrichsfeld . . .	Ladenburg	0,6		5	3,0	
57.	Ladenburg	Großſachſen . . .	0,7		5	3,5	
58.	Großſachſen . . .	Weinheim	0,7		5	3,5	
59.	Weinheim	Hemsbach	0,6		5	3,0	
60.	Hemsbach	Heppenheim . . .	0,7		5	3,5	
61.	Heppenheim . . .	Bensheim	0,7		5	3,5	
62.	Bensheim	Zwingenberg . . .	0,6		5	3.0	
63.	Zwingenberg . . .	Bickenbach	0,5		5	2,5	
64.	Bickenbach	Eberſtadt	0,9		5	4,5	
65.	Eberſtadt	Darmſtadt . . .	0,9		5	4,5	
66.	Darmſtadt . . .	Arheilgen	0,7		5	3,5	
67.	Aarheilgen	Langen	1,1		5	5,5	
68.	Langen	Frankfurt a. M. .	1,8	10,5	5	9,0	52,5
69.	Carlsruhe, Bahnhof	Mühlburg	0,6		1	0,6	
70.	Mühlburg	Marau	0,7	1,3	1	0,7	1,3
		Latus . . .		71,5			189,2

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		71,5			189,2
71.	Carlsruhe, Bahnhof	Ettlingen	0,9		6	5,4	
72.	Ettlingen	Malsch	1,1		6	6,6	
73.	Malsch	Muggensturm . . .	0,5		6	3,0	
74.	Muggensturm . . .	Rastatt	0,7		6	4,2	
75.	Rastatt	Dos	1,2		6	7,2	
76.	Dos	Steinbach . . .	0,9		6	5,4	
77.	Steinbach . . .	Bühl	0,6		6	3,6	
78.	Bühl	Achern	1,1		6	6,6	
79.	Achern	Renchen	0,9		6	5,4	
80.	Renchen	Appenweier . . .	0,8		6	4,8	
81.	Appenweier . . .	Offenburg . . .	1,0		6	6,0	
82.	Offenburg . . .	Dinglingen . . .	2,4		4	9,6	
83.	Dinglingen . . .	Orschweier	1,1		4	4,4	
84.	Orschweier	Kenzingen	1,2		4	4,8	
85.	Kenzingen	Riegel	0,7		4	2,8	
86.	Riegel	Emmendingen . .	0,9		4	3,6	
87.	Emmendingen . .	Denzlingen . . .	1,0		4	4,0	
88.	Denzlingen . . .	Freiburg . . .	1,2		5	6,0	
89.	Freiburg . . .	Schallstadt . . .	1,2		4	4,8	
90.	Schallstadt . . .	Krotzingen	0,8		4	3,2	
91.	Krotzingen	Heitersheim . . .	0,8		4	3,2	
92.	Heitersheim . . .	Müllheim	1,2		4	4,8	
93.	Müllheim	Schliengen	0,8		4	3,2	
94.	Schliengen	Rheinweiler . . .	0,9		4	3,6	
95.	Rheinweiler . . .	Efringen	1,1		4	4,4	
96.	Efringen	Haltingen	0,8		4	3,2	
97.	Haltingen	Leopoldshöhe* . . (Schweizer Anschluß)	0,5		5	2,5	
98.	Leopoldshöhe* . . (Schweizer Anschluß)	Basel ¹)	0,3		5	1,5	
99.	Basel ¹)	Grenzach	0,8		2	1,6	
100.	Grenzach	Wyhlen	0,3		2	0,6	
101.	Wyhlen	bad. Rheinfelden .	1,0		2	2,0	
102.	bad. Rheinfelden	Beuggen	0,5		2	1,0	
103.	Beuggen	Brennet	1,1		2	2,2	
104.	Brennet	Säckingrn	0,7		2	1,4	
105.	Säckingen	Murg	0,7		2	1,4	
106.	Murg	Kleinlaufenburg . .	0,5		2	1,0	
107.	Kleinlaufenburg . .	Albbruck	0,9		2	1,8	
108.	Albbruck	Dogern	0,4		2	0,8	
109.	Dogern	Waldshut . . .	0,6		2	1,2	
110.	Waldshut . . .	Thiengen	0,7		2	1,4	
111.	Thiengen	Oberlauchringen . .	0,5		2	1,0	
112.	Oberlauchringen . .	Grießen	0,8		2	1,6	
113.	Grießen	Erzingen	0,6		2	1,2	
114.	Erzingen	Schaffhausen* . . (Schweizer Anschluß)	2,6		2	5,2	
115.	Schaffhausen* . . (Schweizer Anschluß)	Gottmadingen . .	1,9		2	3,8	
		Latus . .	41,2	71,5		157,0	189,2

1) Ist nur Badische Bahndienst-Telegraphenstation.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport	41,2	71,5		157,0	189,2
116.	Gottmadingen . .	Singen	0,8		2	1,6	
117.	Singen	Radolphzell . .	1,4		2	2,8	
118.	Radolphzell . .	Allensbach . . .	1,2		4	4,8	
119.	Allensbach . . .	Constanz . . .	1,5		4	6,0	
120.	Constanz . . .	Schweizer Grenze* .	0,1	46,2	2	0,2	172,4
121.	Rastatt	Gaggenau . . .	1,5		1	1,5	
122.	Gaggenau . . .	Gernsbach . . .	0,9	2,4	1	0,9	2,4
123.	Oos	Baden-Baden . .	0,6	0,6	8	4,8	4,8
124.	Appenweier . . .	Oberkirch . . .	1,1		1	1,1	
125.	Oberkirch . . .	Oppenau . . .	1,4		1	1,4	
126.	Oppenau . . .	Peterstthal . . .	1,1		1	1,1	
127.	Peterstthal . . .	Griesbach . . .	0,5		1	0,5	
128.	Griesbach . . .	Rippoldsau . .	1,2	5,3	1	1,2	5,3
129.	Appenweier . . .	Kork	1,1		7	7,7	
130.	Kork	Kehl	0,7		7	4,9	
131.	Kehl	Französische Grenze* (Mitte Rhein)	0,1	1,9	4	0,4	13,0
132.	Kehl	Rheinbischofsheim	1,8		1	1,8	
133.	Rheinbischofsheim	Lichtenau . . .	1,6	3,4	1	1,6	3,4
134.	Offenburg . . .	Gengenbach . .	1,5		2	3,0	
135.	Gengenbach . .	Biberach* . . .	1,1		2	2,2	
136.	Biberach*	Haslach	1,3		2	2,6	
137.	Haslach	Hausach	0,9		2	1,8	
138.	Hausach	Hornberg . . .	1,4		2	2,8	
139.	Hornberg . . .	Tryberg	1,3		2	2,6	
140.	Tryberg	St. Georgen . .	1,4		2	2,8	
141.	St. Georgen . .	Villingen . . .	1,8		2	3,6	
142.	Villingen . . .	Dürrheim . . .	1,2		2	2,4	
143.	Dürrheim . . .	Donaueschingen .	1,1		2	2,2	
144.	Donaueschingen .	Engen	3,8		2	7,6	
145.	Engen	Stockach	2,9		2	5,8	
146.	Stockach	Radolphzell . .	2,2	21,9	2	4,4	43,8
147.	Biberach* . .	Zell am Harmersbach	0,5	0,5	2	1,0	1,0
148.	Hausach	Wolfach	0,6		2	1,2	
149.	Wolfach	Schiltach . . .	1,4		1	1,4	
150.	Schiltach . . .	Württemb. Grenze* (nach Schramberg)	0,9	2,9	1	0,9	3,5
151.	Villingen . . .	Württemb. Grenze* (nach Schwenningen)	0,5	0,5	1	0,5	0,5
		Latus . . .		157,1			439,3

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen.		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen.	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
		Transport		157,1			439,3
152.	Stockach	Mößkirch . . .	2,9		1	2,9	
153.	Mößkirch . . .	Preuß. Grenze* . . (nach Sigmaringen)	1,0	3,9	1	1,0	3,9
154.	Stockach	Ludwigshafen .	0,8		2	1,6	
155.	Ludwigshafen .	Ueberlingen . .	1,4		2	2,8	
156.	Ueberlingen . .	Mühlhofen* . . .	1,2		2	2,4	
157.	Mühlhofen* . . .	Meersburg . .	0,7		3	2,1	
158.	Meersburg . .	Immenstaad* (württ. Gr.)	1,5	5,6	2	3,0	11,9
159.	Mühlhofen* . . .	Salem	1,2		1	1,2	
160.	Salem	Heiligenberg . .	0,7		1	0,7	
161.	Heiligenberg . .	Pfullendorf . .	1,8	3,7	1	1,8	3,7
162.	Immenstaad* . . .	Markdorf . . .	1,0	1,0	1	1,0	1,0
163.	Dinglingen . . .	Lahr	0,4	0,4	2	0,8	0,8
164.	Orschweier . . .	Ettenheim . . .	0,4	0,4	2	0,8	0,8
165.	Riegel	Endingen . . .	0,8	0,8	2	1,6	1,6
166.	Denzlingen . . .	Waldkirch . . .	1,1		1	1,1	
167.	Waldkirch . . .	Simonswald . .	1,6		1	1,6	
168.	Simonswald . .	Gütenbach . . .	1,5		1	1,5	
16	Gütenbach . . .	Furtwangen . .	1,0		1	1,0	
170.	Furtwangen . .	Vöhrenbach . .	1,1		1	1,1	
171.	Vöhrenbach . .	Villingen . . .	1,7	8,0	1	1,7	8,0
172.	Freiburg . . .	Alt Breisach . .	3,4	3,4	1	3,4	3,4
173.	Freiburg . . .	Titisee*	3,8		1	3,8	
174.	Titisee*	Neustadt i. Schwarzw.	0,9		1	0,9	
175.	Neustadt i. Schwarzw.	Löffingen . . .	1,5		1	1,5	
176.	Löffingen . . .	Donaueschingen .	2,2	8,4	1	2,2	8,4
177.	Titisee*	Lenzkirch . . .	0,9		2	1,8	
178.	Lenzkirch . . .	Bonndorf . . .	1,9		1	1,9	
179.	Bonndorf . . .	Stühlingen . .	1,9	4,7	1	0,9	5,6
180.	Lenzkirch . . .	St. Blasien . .	3,2	3,2	1	3,2	3,2
181.	Krotzingen . . .	Staufen	0,7	0,7	2	1,4	1,4
182.	Heitersheim . . .	Sulzburg . . .	0,9	0,9	1	0,9	0,9
		Latus . .		202,2			493,9

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport		202,2			493,9
183.	Mülheim	Badenweiler . .	0,9	0,9	2	1,8	1,8
184.	Schliengen . . .	Kandern. . . .	1,2	1,2	1	1,2	1,2
185.	Haltingen	Lörrach	1,1		1	1,1	
186.	Lörrach	Steinen	1,1		1	1,1	
187.	Steinen	Schopfheim . .	0,9		1	0,9	
188.	Schopfheim . .	Zell im Wiesethal	1,0		1	1,0	
189.	Zell im Wiesenthal	Schönau . . .	1,6		1	1,6	
190.	Schönau. . . .	Todtnau. . . .	1,1	6,8	1	1,1	6,8
191.	Constanz . . .	Mainau	1,0	1,0	1	1,0	1,0
		Summa .		212,1			504,7

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstr. 47.



Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redigirt von Dr. P. Wilhelm Brix.

Jahrgang XIII.

Inhalt:

Heft 8, 9 und 10.

Berlin, 1866.

Verlag von Ernst & Korn.

(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung.)

(Vollständige Jahrgänge dieser Zeitschrift sind nur noch vom II. Jahrgange ab zu beziehen. Jahrgang I. ist vergriffen.)

Zur Aufnahme in diese Zeitschrift bestimmte Beiträge und Mittheilungen, sowie alle deren Redaction betreffende Briefe und Zusendungen werden unter der Adresse des Redacteurs oder unter der Adresse: Redaction der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins, Johannisstr. 10, erbeten.



Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redacteur Dr. P. W. Brix. Verlag von Ernst & Korn.

Heft VIII, IX und X. Jahrgang XIII. 1866.

Beschreibung des von Siemens und Halske im Jahre 1866 construirten elektrischen Wasserstandzeiger.

(Hierzu die Kupfertafel X.)

Der elektrische Wasserstandzeiger besteht in seinen Haupttheilen aus:

1) dem Stromgeber,
2) dem Stromempfänger oder Zeiger,
3) der Leitung.

A. Der Stromerzeuger ist ein aus 10 Lamellen bestehender magneto-elektrischer Apparat, wie ihn Fig. 1 der Tafel X. in der Seitenansicht zeigt. Die Ankeraxe x des Inductors trägt die mit ihr fest verbundene Scheibe n, an deren Fläche das eine Ende einer starken Spiralfeder v angeschraubt ist. Das andere Ende dieser Spirale ist auf dieselbe Weise befestigt an der Scheibe m. Diese Scheibe sitzt lose auf der Welle x und dreht sich zugleich mit dem Zahnrade r und dem Stahldaumen c' um dieselbe. Ferner sitzt fest auf der Axe x noch die Stahlscheibe d, die an ihrer Peripherie einen Einschnitt hat, in den der Ansatz α des Hebels a durch eine Spiralfeder gezogen wird. Außer dem Vorsprung α hat der Hebel a noch eine Nase b, die bei jedesmaliger Umdrehung des Rades r und somit auch des Daumens c' nebst dem Hebel a so weit seitlich bewegt wird, daß α den Einschnitt der Scheibe d verläßt und diese sich ungehindert drehen kann. Wird nun das Rad r in der einen oder andern Richtung gedreht, so wird jedesmal die Spiralfeder v dadurch angespannt und ist bemüht, die Welle x, also auch den Anker und die Stahlscheibe d zu drehen. Dieß wird jedoch dadurch verhindert, daß der Vorsprung α in dem Einschnitt der Scheibe d sich befindet; erst wenn das Rad r mit dem Daumen c und der Scheibe m sich einmal herumgedreht und da-

durch v um eine volle Umdrehung gespannt hat, hebt der Daumen c mittelst der Nase b den Vorsprung α aus der Scheibe d; sobald dies geschehen, kommt die Kraft der Feder v zur Geltung und schlägt den Anker des Inductors einmal herum; der Vorsprung α fällt dann wieder in den Einschnitt der Scheibe d und der Mechanismus ist bis auf eine abermalige Umdrehung des Daumens c arretirt. Durch das einmalige Herumschlagen des Ankers entstehen kurz hintereinander zwei Inductionsströme von entgegengesetzter Richtung. Diese Ströme werden benutzt, um auf der andern Station einen Magnetzeiger in Bewegung zu setzen. Der Umwindungsdrath des Ankers ist einmal mit dem Gestell des Apparats und dadurch mit Erde verbunden, das anderemal aber an die isolirte Nutenscheibe t geführt, um welche der Stahlhebel g greift; der Hebel g, der durch Anziehen der an ihm befindlichen Schrauben Friction an der Scheibe t hat, wird bei der Bewegung des Ankers bis zu den Anschlagschrauben k oder l mitgenommen; diese Schrauben sind isolirt und jede ist mit einer Leitung nach der andern Station in Verbindung. Dort umkreist der Strom die eine oder andere Hälfte des Zeigers und geht dann wieder zur Erde, wie aus dem Schema Fig. 2 deutlich zu ersehen ist. Das Rad r erhält seine Bewegung durch das Rad R, welches seinerseits wieder dadurch bewegt wird, daß ein auf dem Wasserniveau befindlicher großer hölzerner Schwimmer mit dem einen Ende einer Schartenkette verbunden ist, die um ein Stirnrad gelegt ist, das mit dem Rade R eine Axe hat und dessen Bewegung theilt und deren anderes Ende ein schweres Gewicht trägt. Es ist klar, daß durch diese Einrichtung beim Fallen oder Steigen des Schwimmers, also des Wasserniveaus, das Rad R fortwährend in der einen oder andern Richtung gedreht wird, und dadurch der Apparat so functionirt, wie oben schon beschrieben. Wenn nun der Umfang des Kettenrades genau 1 Fuß beträgt und das Verhältniß der Zähne der Räder R und r = 5 : 1 ist, so folgt daraus, daß bei dem Steigen oder Fallen des Schwimmers um je $\frac{1}{5}$ Fuß der Stromgeber in die eine oder andere Leitung zwei kurze auf einander folgende Ströme schickt, die auf der andern Station ein Bewegen des Zeigers nach vor- oder rückwärts zur Folge haben.

B. Der Zeigerapparat, Fig. 5, besteht aus zwei combinirten Magnetzeigern, die gemeinschaftlich auf eine Axe y wirken, jedoch jeder in anderer Richtung. Fig. 3 zeigt die eine Hälfte des Zeigerapparates, dessen andere dahinter liegende Hälfte genau ebenso construirt ist wie diese, nur faßt die Reißfeder f an der linken Seite an und dreht ihr Rad daher links herum. Fig. 4 möge die Art und Weise der Zeigerbewegung veranschaulichen. Eine Stahlaxe y hat in ihrer Mitte eine Verstärkung, die rechtwinklig durchbohrt ist und in dieser Richtung den Arm a trägt. Dieser Arm hat an einem Ende einen angedrehten Zapfen, auf dem das Rad s drehbar ist; eine kleine vorgeschraubte Mutter verhindert das Abfallen des Zahnrades s. Am rechten Ende der Axe y ist ein Zeiger Z befestigt. Auf beide dünnergedrehte Enden der Axe y sind lose von rechts und links Röhren gesteckt o, p, deren jede an den äußern Enden ein Zug- oder Steigrad r und ϱ, an den inneren aber ein Kronrad m und n trägt. Beide Kronräder haben gleich viel Zähne und greifen gemeinschaftlich in das oben erwähnte Stirnrad s, dessen Zahnzahl beliebig genommen werden kann. Die Zugräder r, ϱ haben jedes 60 Zähne, sind aber auf ihren Röhren so befestigt, daß das eine durch seine Zugfeder nach rechts, das andere nach links gedreht wird. Gesetzt nun das Rad r, also auch m, stände still, das Rad ϱ aber würde in der Richtung des Pfeiles gedreht, so

wäre die Folge davon, daß auch das Rad s gedreht würde und dadurch der Arm a und Zeiger Z in derselben Richtung sich bewegte, wie das Rad ϱ, jedoch nur mit halber Winkelgeschwindigkeit. Ganz dasselbe findet statt, und zwar in entgegengesetzter Richtung, wenn man das Rad ϱ festhält und das Rad r in der Richtung des Pfeiles dreht. Aus diesem Arrangement ist klar, daß man mit Hülfe obenerwähnten doppelten Magnetzeigers bald auf das eine, bald auf das andere Zugrad wirken kann, je nachdem nach Fig. 2 der Inductor den Strom in die eine oder andere Leitung sendet. Man hat es also in der Hand, die vom Inductor erzeugten Ströme zum richtigen Fungiren des Zeigers zu verwenden.

C. Die Leitung ist eine doppelte Drathleitung und eine Erdleitung und erklärt sich vollkommen aus Fig. 2.

Ueber die Benutzung von Eisenchlorid zu galvanischen Säulen.

Von **A. v. Lecher.**

(Aus Poggendorff's Annalen Bd. CXXIX S. 93.)

In den Compt. rend. tom. LX, p. 458 findet sich eine kurze Notiz, in welcher Hr. Duchemin der Akademie eine Verbesserung der Bunsen'schen Säule vorlegt, die darin besteht, die Salpetersäure durch Eisenchlorid zu ersetzen. Gewiß wäre es sehr erwünscht, die durch ihre Dünste schädliche Salpetersäure durch irgend eine andere, für den Gebrauch weniger lästige Flüssigkeit zu ersetzen. Indeß scheint es nicht leicht, ein solches Ersatzmittel zu finden, da die elektromotorische Kraft zwischen der Salpetersäure und der Kohle sehr bedeutend ist, und dieselbe sich während längerer Schließung der Säule nur sehr wenig ändert, und auch die Salpetersäure eine vorzügliche Leitungsfähigkeit besitzt.

Zwar kann das saure chromsaure Kali mit Schwefelsäure versetzt als Ersatz für die Salpetersäure angewendet werden, allein Hr. Poggendorff hat gezeigt, daß zwar die elektromotorische Kraft eines Zink-Kohle-Elementes mit doppelt chromsaurem Kali und Schwefelsäure nahe gleich ist der eines solchen Elementes mit Salpetersäure, daß aber der wesentliche Widerstand des ersteren sehr viel größer ist, nämlich gleich 12,28, wenn der des letzteren, des Bunsen'schen Elementes, gleich 6,30. Auch vermindert sich die Intensität in einem solchen, mit Chromsäurelösung zusammengesetzten Element nach längerem Schließen sehr bedeutend, indem sich die Chromsäure reducirt. Es war wahrscheinlich, daß dieser letztere Uebelstand auch bei dem neuen, von Hrn. Duchemin angegebenen Element sich zeigen würde, daß nämlich durch Reduction des Eisenchlorids die Wirksamkeit des Elementes während längerer Schließung sinken würde. Da von Hrn. Duchemin bis jetzt keine Angaben, weder

über die elektromotorische Kraft noch über die anderen Constanten seines Elementes vorhanden sind, so schien es, bei der großen Wichtigkeit, welche ein geeigneter Ersatz für die Salpetersäure des Bunsen'schen Elementes gewähren würde, wünschenswerth, die elektromotorische Kraft und den Widerstand des neuen Elementes zu bestimmen.

Es wurde deshalb in dem Bunsen'schen und auch in dem Grove'schen Element die Salpetersäure durch Eisenchlorid ersetzt, und die Eigenschaften dieser Elemente wurden untersucht. Zunächst wurde die elektromotorische Kraft dieser Combinationen bei verschiedenen Concentrationen der Eisenchloridlösung bestimmt. Ich bediente mich für diese Untersuchungen der von Poggendorff angegebenen Methode zur Bestimmung der elektromotorischen Kraft inconstanter Säulen, jedoch in der von Bosscha angegebenen Modification. Als Normalelement diente ein Grove'sches Element, das stets in ganz gleicher Weise zusammengesetzt wurde, nämlich mit Schwefelsäure, bestehend aus 1 Theil Säure von 1,818 spec. Gewicht und 5 Theilen Wasser, und mit Salpetersäure von 1,35 spec. Gewicht. Das Normalelement wurde mit dem zu vergleichenden in entgegengesetztem Sinne verbunden. Außerdem befand sich in dem Stromkreise in der Nähe des zu untersuchenden Elementes ein Galvanometer. Zwei Punkte des Bogens waren durch einen Drath verbunden, der als Brücke diente, in welche ein Rheostat eingeschaltet war. Durch Verstellen des letzteren wurde die Stromintensität im Stromkreise des zu untersuchenden Elementes auf Null gebracht; sodann wurde ein bekannter Widerstand zunächst dem Normalelement eingeschaltet und durch neues Einstellen des Rheostaten die Intensität abermals auf Null gebracht.

Bezeichnet E_1 die elektromotorische Kraft des Normalelementes, E_2 die des zu untersuchenden Elementes, a den in den Bogen des Normalelementes eingefügten Widerstand, b den Widerstand der bei der zweiten Einstellung des Rheostaten eingeschalteten Windungen, so ist:

$$E_2 = E_1 \frac{b}{a+b}$$

Nach diesem Verfahren wurden die folgenden Resultate erhalten, bei welchen die elektromotorische Kraft des Normalelementes gleich 1 gesetzt ist.

Amalgamirtes Zink in verdünnter Schwefelsäure (1 Th. Säure von 1,818 spec. Gew. und 5 Th. Wasser), Platin oder Kohle in Eisenchloridlösung.

Concentration der Eisenchloridlösung	Elektromotorische Kraft des Zink-Platin-Elementes	Elektromotorische Kraft des Zink-Kohle-Elementes
5 Proc.	0,92300	0,89121
10 „	0,92242	0,89011
15 „	0,92239	0,89006
20 „	0,92271	0,89001
Gesättigt	0,92457	0,89010

Die Zahlen für die elektromotorischen Kräfte bei verschiedenen Concentrationen der Eisenchloridlösung weichen so wenig von einander ab, daß man danach annehmen muß, dieselben seien von der Verschiedenheit des Salzgehaltes der Lösung gänzlich unabhängig. In wie weit dies auch für andere Salze der Fall ist, werde ich in einer folgenden Abhandlung mittheilen.

Man ersieht aus den Zahlen, daß die Summe der elektromotorischen Kräfte des Eisenchlorids zum Platin, resp. zur Kohle, und zur Schwefelsäure nicht viel geringer ist als die der Salpetersäure.

Es kam nun hauptsächlich darauf an zu untersuchen, ob und wieweit die Größe dieser elektromotorischen Kraft bei längerer Schließung der Säule sich ändert. Zu diesem Zweck wurde die elektromotorische Kraft eines frisch zusammengesetzten Zink-Platinelementes bestimmt, in welchem das Platin in einer 20 Proc. Eisenchlorid enthaltenen Lösung, das Zink in der oben angegebenen verdünnten Schwefelsäure stand. Dieselbe ergab sich gleich 0,92469. Dann wurde das Element mit einem Drath geschlossen, der gerade 1 Siemens'sche Einheit Widerstand hatte, und blieb so 24 Stunden stehen. Nach dieser Zeit zeigte sich das Platin vollständig mit einem schwarzen Ueberzug von reducirtem Eisen bedeckt, und als nun wiederum die elektromotorische Kraft bestimmt wurde, ergab sich dieselbe gleich 0,41693. Wurde die Platinplatte aus der Zelle herausgenommen, das anhaftende Eisen vorsichtig entfernt, dieselbe dann wieder eingetaucht, und nun wiederum die elektromotorische Kraft bestimmt, während alles andere ungeändert blieb, so ergab sich dieselbe auf 0,74591 gestiegen.

Um den Einfluß der Dauer der Schließung auf die Reduction des Eisens und auf die Wirkungsfähigkeit der Säule zu untersuchen, wurden noch folgende Versuche ausgeführt.

Ein dem oben angegebenen gleich zusammengesetztes Element, dessen elektromotorische Kraft E anfangs gleich 0,92470 war, wurde mit einem Widerstand von 32 Siemens'schen Einheiten geschlossen, und nach verschiedenen Zeiten seine elektromotorische Kraft bestimmt. Nach den ersten 24 Stunden war E = 0,82561; nach 72 Stunden = 0,45366, das Platin war dabei schon mit einem schwarzen Ueberzug von Eisen bedeckt; nach 120 Stunden war E = 0,41236. Nun wurde die Säule während 30 Minuten geöffnet; der Niederschlag auf dem Platin verschwand, und die elektromotorische Kraft war jetzt E = 0,61629. Dann wurde das Element wieder durch den nämlichen Widerstand geschlossen, und nach Verlauf von 18 Stunden war E = 0,38186. Als nun das Element wiederum geöffnet wurde, verschwand der Niederschlag von Eisen in etwa einer Stunde, und eine neue Bestimmung ergab alsdann E = 0,60734. Das Element blieb hierauf 24 Stunden ungeschlossen, nach welcher Zeit sich E auf 0,70394 gestiegen ergab. Es wurde dann dasselbe Element mit einem Widerstand von nur einer Siemens'schen Einheit geschlossen:

nach 24 Stunden war E = 0,33333,
nach weiteren 18 Stunden = 0,29577,
nach weiteren 24 Stunden = 0,23077,
nach weiteren 48 Stunden = 0,16666,
nach weiteren 24 Stunden = 0,14192.

Es wurden nun der Eisenchloridlösung einige Tropfen Salzsäure zugesetzt, welche das ausgeschiedene Eisen sofort lösten, wonach E = 0,77273 sich zeigte. Das Element wurde dann wiederum mit einer Siemens'schen Einheit Widerstand geschlossen, nach 6 Stunden war E = 0,23076; nach wiederholtem Zusatz von Salzsäure E = 0,84240. — Hieraus sieht man, daß die elektromotorische Kraft des Eisenchloridelementes bei längerer Schließung sehr schnell abnimmt, und wenn dieselbe auch nach dem Auflösen des am Platin abgeschie-

denen Eisens mittelst Chlorwasserstoffsäure wieder bedeutend steigt, so tritt beim Schließen des Stromes wiederum die Abnahme ein, und eine Constanz des Stromes ist nicht zu erreichen.

Um den Einfluß der Dauer der Schließung bei den verschiedenen Elementen zu vergleichen, wurde die Veränderung von dem mit Eisenchloridlösung zusammengesetzten Zink-Kohle- und Zink-Platin-Element und von dem gewöhnlichen Grove'schen Element bestimmt. Die elektromotorischen Kräfte waren, die des Grove'schen Elementes $E = 1$ gesetzt: für das Kohle-Eisenchlorid-Element $E_1 = 0{,}89002$, für das Platin-Eisenchlorid-Element $E_2 = 0{,}92491$. Jedes der drei Elemente wurde dann mit einem Widerstand von 13 Siemens'schen Einheiten geschlossen. Nach 18 Stunden waren die elektromotorischen Kräfte, verglichen mit einem frisch zusammengestellten Grove'schen Element: $E = 1{,}125$, $E_1 = 0{,}73506$, $E_2 = 0{,}75431$.

Die elektromotorischen Kräfte waren nach der von Bosscha angegebenen Abänderung der Poggendorff'schen Methode bestimmt, bei welcher die zu vergleichenden Elemente in gleichem Sinne in den Stromkreis eingeschaltet werden. E ergab sich bei wiederholten Versuchen immer größer als 1; dies mag davon herrühren, daß die durch theilweise Zersetzung der Salpetersäure gebildete rauchende Salpetersäure gegen Platin eine stärkere elektromotorische Kraft hat als die reine Salpetersäure. Nach der angegebenen Schließung von 18 Stunden hatte sich übrigens in dem Platin-Eisenchlorid-Element am Platin noch kein Eisen ausgeschieden.

Die drei Elemente blieben nun mit demselben Widerstand 24 Stunden geschlossen, nach welcher Zeit Platin und Kohle sich mit abgeschiedenem Eisen bedeckt zeigten. Es ergab sich

$$E = 1{,}01875$$
$$E_1 = 0{,}28498$$
$$E_2 = 0{,}29328.$$

Die beiden Elemente mit Eisenchlorid blieben alsdann 2 Stunden ungeschlossen, der Eisenniederschlag am Platin verschwand, der an der Kohle nicht, dieselbe wurde deshalb mit einer Feder vorsichtig gereinigt. Es war alsdann

$$E_1 = 0{,}76471$$
$$E_2 = 0{,}81818.$$

Nachdem die Elemente wiederum in derselben Weise 24 Stunden geschlossen geblieben waren, war

$$E = 0{,}93469$$
$$E_1 = 0{,}26829$$
$$E_2 = 0{,}28326.$$

Nach weiteren 24 Stunden:

$$E_1 = 0{,}25981$$
$$E_2 = 0{,}28211.$$

Der gebildete Eisenniederschlag verschwand nicht, als die Elemente ungeschlossen 2 Stunden stehen blieben. Auch bei Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure löste sich das ausgeschiedene Eisen nicht bei geschlossener Kette, wohl aber wenn der Strom geöffnet war, wieder auf. Es war alsdann:

$$E_1 = 0{,}76102$$
$$E_2 = 0{,}76331.$$



Das durch die Zersetzung aus dem Eisenchlorid gebildete Eisenchlorür läßt sich durch Erhitzen mit Zusatz von Salzsäure mit Salpetersäure leicht in Chlorid zurückführen. Als die von der Kohle und dem Platin abgegossenen Lösungen auf diese Weise behandelt worden waren, wurden mittelst derselben die Elemente wieder zusammengesetzt, und ergaben

$$E_1 = 0{,}88080$$
$$E_2 = 0{,}89600.$$

Diese Zahlen stimmen nahezu mit den Anfangswerthen von E_1 und E_2 überein, so daß die Säule also zwar nicht constant ist, aber ihre elektromotorische Kraft sich mit geringem Aufwand immer wieder auf den hohen Anfangswerth zurückbringen läßt. Da die Abnahme der elektromotorischen Kraft der Eisenchlorid-Kohle-Zink- und Platin-Zink-Elemente darin ihren Grund hat, daß die Oberfläche der in die Eisenchloridlösung tauchenden Elektroden sich mit Eisen belegt und die elektromotorische Kraft des Eisens gegen die Flüssigkeit zu den vorhandenen elektromotorischen Kräften hinzutritt, so versuchte ich die elektromotorische Kraft der genannten Elemente bei Anwendung von reinem Eisen statt Kohle oder Platin zu bestimmen. Dieselbe ergab sich gleich 0,31034. Nachdem das Element 24 Stunden lang mit einem Widerstand von 4 Siemens'schen Einheiten geschlossen worden war, war dieselbe = 0,21477, nach weiteren 48 Stunden = 0,19191. — Um die Wirksamkeit verschiedener Elemente zu vergleichen, muß aber außer ihren elektromotorischen Kräften auch ihr innerer Widerstand bekannt sein. Um diesen für die oben genannten zu vergleichenden Elemente zu bestimmen, wurde in den Schließungsbogen des Elementes eine Tangentenboussole und ein Rheostat eingeschaltet. Die Intensität wurde mittelst der Boussole bestimmt, und der Rheostat dann so eingestellt, daß die nun zu beobachtende Ablenkung der Nadel der Hälfte der zuerst gefundenen Intensität entsprach. Der wesentliche Widerstand des Elementes ist dann gleich dem Widerstand der zuletzt eingeschalteten Rheostatenwindungen weniger dem bekannten Widerstand des übrigen Schließungsbogens. Ist W der wesentliche Widerstand, w der bekannte Widerstand des Schließungsbogens bei der Intensität J, w_1 der Widerstand der eingefügten Rheostatenwindungen bei der Intensität $\frac{J}{2}$, so ist

$$J = \frac{E}{w + W}$$
$$\frac{J}{2} = \frac{E}{w + W + w_1}$$
$$W + w = w_1 \text{ oder } W = w_1 - w.$$

Dies wurde für die verschiedenen Elemente wiederholt bei Anwendung von gleichen, bis zu gleicher Höhe mit Flüssigkeit gefüllten Thoncylindern, und bei möglichst gleichmäßiger Stellung der verschiedenen Theile der Elemente. Die Vergleichung eines Grove'schen Elementes mit einem Eisenchlorid-Platin-Zink-Element ergab für das letztere, den Widerstand des Grove'schen Elementes gleich 1 gesetzt:

Gehalt der Lösung an Eisenchlorid.	Wesentlicher Widerstand des Elementes, $G.El = 1$.
5 Proc.	34,32
10 „	7,14
15 „	4,28
20 „	2,42
Gesättigte Lösung	2,14

Die Vergleichung des Bunsen'schen Zink-Kohle-Elementes mit dem entsprechenden Eisenchlorid-Element ergab, den Widerstand der ersteren gleich 1 gesetzt:

Gehalt der Lösung an Eisenchlorid.	Wesentlicher Widerstand des Elementes, $B.El = 1$.
5 Proc.	50
10 „	20
15 „	11,66
20 „	4,78
Gesättigte Lösung	4,16

Die Bestimmungen des Widerstands der Eisenchloridlösungen allein, welche in einem länglichen Glasgefäß mit Anwendung von Platinelektroden ausgeführt wurden, gaben in Siemens'schen Einheiten ausgedrückt folgende Werthe:

Gehalt der Lösung an Eisenchlorid.	Widerstand in Siemens'schen Einheiten.
5 Proc.	15,53312
10 „	10,54017
15 „	8,34350
20 „	7,37157
Gesättigte Lösung	6,77022

Der wesentliche Widerstand der Eisenchlorid-Elemente zeigt sich also auch bei Anwendung concentrirter Lösungen als so bedeutend, daß der Vergleich mit dem Bunsen'schen und Grove'schen Element sich durchaus ungünstig für die ersteren herausstellt.

Das Eisenchlorid kann also so wenig wie die Chromsäurelösung als geeigneter Ersatz für die Salpetersäure in dem Bunsen'schen und Grove'schen Element gelten. Die Zink-Kohle- und Zink-Platin-Elemente mit Eisenchlorid haben zwar ziemlich bedeutende elektromotorische Kräfte, doch nehmen diese bei längerem Schluß der Säule alsbald ab, indem Platin und Kohle sich mit reducirtem Eisen bedecken. Ueberdies ist der wesentliche Widerstand dieser Elemente so viel größer als der des Grove'schen und Bunsen'schen, daß bei geringem äußeren Widerstand die Stromintensität bedeutend schwächer ist als bei diesen. Indessen ist es möglich, daß für gewisse Anwendungen, etwa für die Telegraphie, die angegebenen Elemente geeignet wären, indem dabei gegen den vorhandenen bedeutenden äußeren Widerstand eine Vermehrung des inneren Widerstandes der Säule nicht ins Gewicht fällt, und bei der geringen Intensität des in diesem Falle zu Stande kommenden Stromes die Abscheidung von metallischem Eisen erst nach längerer Zeit eintreten würde. Wo es sich um die Herstellung kräftiger constanter Ströme bei beliebigem äußeren Widerstand handelt, ist man gegenwärtig noch immer auf die Benutzung der Grove'schen oder Bunsen'schen Combination mit Anwendung der Salpetersäure angewiesen.

Ueber die Verwendung einer gemeinschaftlichen Batterie für vielfache Schließungskreise.

Von **Dr. Hermann Militzer,**
k. k. Telegraphen-Inspector in Wien.

(Vom Herrn Verfasser mitgetheilt aus den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Sitzung vom 5. October 1866.)

In dem weit ausgedehnten Felde der heutigen Elektrotechnik begegnet man nicht selten ziemlich complicirten Formen der Körper, welche als Träger der Elektricität zu dienen haben. Das Ohm'sche Gesetz enthält zwar die Antwort auf alle Fragen, welche man sich über die Bewegung der in diesen Körpern strömenden Elektricität vorlegen kann; trotz der höchst einfachen Form des allgemeinen Gesetzes erfolgt aber, selbst schon bei Betrachtung der sogenannten linearen Leiter, diese Antwort häufig in einem so verwickelten Ausdrucke, daß derselbe zu einer wirklichen Anwendung kaum mehr zu brauchen ist.

Man hat sich wahrscheinlich aus diesem Grunde mit Untersuchungen der angegebenen Art bis jetzt nur in sehr beschränktem Maße befaßt, obgleich die Aufforderungen zur Ausführung solcher Arbeiten in der Praxis häufig genug wiederkehren. Ein hierher gehöriger Fall ist z. B. in jedem größeren Telegraphenamte vorhanden, und betrifft die Frage nach dem Quantum der durch jede einzelne Telegraphenleitung abströmenden Elektricität, wenn man alle von der betrachteten Station auslaufenden Leitungen gleichzeitig nur aus einer einzigen, sämmtlichen Linien gemeinschaftlichen Batterie mit Elektricität ladet.

Bei den sehr ungleichen Widerständen, welche in Folge ihrer verschiedenen Längen die einzelnen Linien in der Regel besitzen, erkannte man bald, daß man die Batterie in mehrere, unter sich zusammenhängende Gruppen zerlegen und die Linien, nach der Größe ihres Widerstandes geordnet, von den Polen dieser Gruppen auslaufen lassen müsse, wenn die in den einzelnen Leitungen auftretenden Zweigströme von merklich gleicher Intensität werden sollten. Die näheren Verhältnisse dieser Theilung blieben aber unerörtert, und selbst in den speciell dem Telegraphenwesen gewidmeten Schriften findet man durchaus die Frage mit der halb empirischen Regel abgethan, daß es vortheilhaft ist, den Widerstand der Batterie gegen den der Leitungen möglichst gering zu machen. Ferner wird angeführt, daß, wenn der Widerstand der Batterie gegen den der Linien ganz vernachlässigt werden könnte, der in jeder einzelnen Linie auftretende Zweigstrom eben so stark sein würde, als wenn alle übrigen Linien gar nicht vorhanden wären. Erst in der neuesten Zeit hat J. Lagarde*) die beiden einfachsten Fälle etwas eingehender untersucht: die Stromtheilung nämlich, welche unter Berück-

*) Annales télégraphiques 1865, pag. 381.

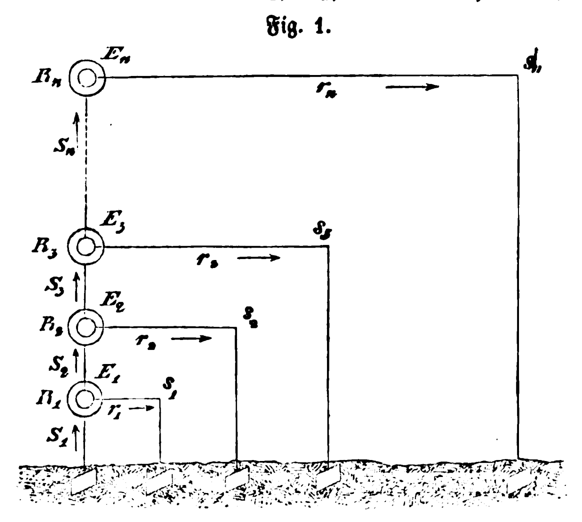
sichtigung des Widerstandes der Batterie dann eintritt, wenn man sämmtliche Linien von einem und demselben Batteriepole auslaufen läßt, und zweitens den Fall, in welchem die Batterie nur in zwei Gruppen zerlegt wird, deren gleichnamige Pole je mit einer einzigen Linie in Verbindung stehen.

Da sich mehrere bemerkenswerthe und hinlänglich einfache Beziehungen herleiten lassen, ohne daß man den Gang der Untersuchung durch derlei Restrictionen einzuengen brauchte, so wird von letzteren in den nun folgenden Betrachtungen vorerst gänzlich Umgang genommen werden. Um jedoch die Formeln nicht zu sehr zu compliciren, sollen dieselben nur für Ströme im Zustande des dynamischen Gleichgewichtes Gültigkeit haben; ferner werden die Leitungen als vollkommen isolirt, der Widerstand der Erdleitung als Null vorausgesetzt.

1.

Die untenstehende schematische Figur stellt eine aus n Gruppen bestehende Batterie vor, in welcher von jeder Gruppe eine Telegraphenleitung ausläuft. Die Summe der elektromotorischen Kräfte der zu je einer Gruppe vereinigten galvanischen Elemente werde der Reihe nach mit $E_1, E_2, \ldots, E_n$ bezeichnet, und ebenso die Summe der Widerstände dieser Elemente mit $R_1, R_2, \ldots, R_n$; ferner seien $r_1, r_2, \ldots, r_n$ die Widerstände der von den verschiedenen Batteriegruppen auslaufenden Linien, $s_1, s_2, \ldots, s_n$ die Intensitäten der in diesen Linien auftretenden Zweigströme, endlich $S_1, S_2, \ldots, S_n$ die Stromintensitäten in den Verbindungsgliedern zwischen den einzelnen Batteriegruppen; die Widerstände dieser Verbindungsdrähte sollen bereits in den Größen $R_1, R_2, \ldots$ mit enthalten sein.

Fig. 1.



Das System von n Gleichungen, durch welches die n Unbekannten $s_1, s_2, \ldots, s_n$ bestimmt werden, läßt sich mit Hülfe der Kirchhoff'schen Formeln fast unmittelbar hinschreiben. Man hat nämlich zunächst

$$\begin{aligned} S_1 &= S_2 + s_1 \\ S_2 &= S_3 + s_2 \\ &\vdots \\ S_{n-1} &= S_n + s_{n-1} \\ S_n &= s_n \end{aligned}$$

und hieraus durch Addition

$$\begin{aligned} S_1 &= s_1 + s_2 + s_3 + \dots + s_n \\ S_2 &= s_2 + s_3 + \dots + s_n \\ &\vdots \\ S_n &= s_n. \end{aligned}$$

Ferner ist bekanntlich

$$\begin{aligned} S_1 R_1 + s_1 r_1 &= E_1 \\ S_2 R_2 + s_2 r_2 - s_1 r_1 &= E_2 \\ S_3 R_3 + s_3 r_3 - s_2 r_2 &= E_3 \\ &\vdots \\ S_n R_n + s_n r_n - s_{n-1} r_{n-1} &= E_n. \end{aligned}$$

Setzt man hier für $S_1, S_2, \dots, S_n$ die eben erhaltenen Werthe ein, so ergiebt sich

$$\begin{aligned} (R_1 + r_1) s_1 + R_1 s_2 + R_1 s_3 + \dots + R_1 s_n &= E_1 \\ - r_1 s_1 + (R_2 + r_2) s_2 + R_2 s_3 + \dots + R_2 s_n &= E_2 \\ - r_2 s_2 + (R_3 + r_3) s_3 + \dots + R_3 s_n &= E_3 \\ &\vdots \\ - r_{n-1} s_{n-1} + (R_n + r_n) s_n &= E_n. \end{aligned}$$

Diese Formeln können wie bekannt auch für die Fälle, in welchen eine oder mehrere der einzelnen Batteriegruppen mit ihren Nachbarn in umgekehrter Ordnung der Pole verbunden wären, dadurch gültig gemacht werden, daß man einfach die zugehörigen Größen E mit dem entgegengesetzten Vorzeichen versieht.

Eben so leicht lassen sich diese Gleichungen für den Fall einrichten, daß von den einzelnen Batteriegruppen nicht blos je eine, sondern beliebig viele Leitungen auslaufen. Denkt man sich z. B. es stehe die erste Gruppe nur mit der Linie r_1, dagegen die zweite mit den drei Linien r_2, r_3 und r_4 in Verbindung, so bleiben in dem eben aufgestellten Systeme die beiden ersten Gleichungen ganz ungeändert, in der dritten und vierten dagegen ist

$$E_3 = E_4 = 0 \text{ und } R_3 = R_4 = 0$$

zu nehmen, wodurch man erhält

$$\begin{aligned} (R_1 + r_1) s_1 + R_1 s_2 + R_1 s_3 + \dots + R_1 s_n &= E_1 \\ - r_1 s_1 + (R_2 + r_2) s_2 + R_2 s_3 + \dots + R_2 s_n &= E_2 \\ - r_2 s_2 + r_3 s_3 &= 0 \\ - r_3 s_3 + r_4 s_4 &= 0; \end{aligned}$$

alle weiteren Gleichungen erleiden keine Aenderung. Aus den beiden letztgeschriebenen folgt unmittelbar

$$s_3 = \frac{r_2}{r_3} s_2 \quad , \quad s_4 = \frac{r_2}{r_4} s_2$$

und hierdurch gehen die beiden ersten über in

$$\begin{aligned} (R_1 + r_1) s_1 + \left(\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right) R_1 r_2 s_2 + R_1 s_5 + \dots + R_1 s_n &= E_1 \\ - r_1 s_1 + \left[R_2 \left(\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right) + 1\right] r_2 s_2 + R_2 s_5 + \dots + R_2 s_n &= E_2. \end{aligned}$$

Auf gleiche Weise läßt sich die Unbekannte s_4 auch aus der weiter folgenden, hier nicht mehr hingeschriebenen Gleichung, mithin aus dem ganzen Systeme eliminiren.

Man erkennt an diesem Beispiele ohne Mühe den in ähnlichen Fällen einzuhaltenden Gang, und kann nun demgemäß folgende entsprechendere Bezeichnung einführen:

Es seien wie seither $E_1, E_2, \ldots, E_n$ und $R_1, R_2, \ldots, R_n$ die elektrischen Constanten der einzelnen Batteriegruppen; $r_1, r'_1, r''_1, \ldots r_2, r'_2, r''_2, \ldots; r_n, r'_n, r''_n, \ldots$ die Widerstände der von denselben der Reihe nach auslaufenden Linien; es werde endlich zur Abkürzung gesetzt

$$\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r'_1}+\frac{1}{r''_1}+\cdots\cdot=\varrho_1$$
$$\frac{1}{r_2}+\frac{1}{r'_2}+\frac{1}{r''_2}+\cdots\cdot=\varrho_2$$
$$\vdots$$
$$\frac{1}{r_n}+\frac{1}{r'_n}+\frac{1}{r''_n}+\cdots\cdot=\varrho_n$$

und $R_1\varrho_1+1=\mathfrak{R}_1$, $R_2\varrho_2+1=\mathfrak{R}_2$, $R_n\varrho_n+1=\mathfrak{R}_n$, so ist, wenn man durch $s_1, s_2, \ldots, s_n$ die in den Linien $r_1, r_2, \ldots, r_n$ auftretenden Zweigströme ausdrückt

$$\left.\begin{array}{r}\mathfrak{R}_1 r_1 s_1+R_1 r_2\varrho_2 s_2+R_1 r_3\varrho_3 s_3+\cdots\cdot+R_1 r_n\varrho_n s_n=E_1\\ -r_1 s_1+\mathfrak{R}_2 r_2 s_2+R_2 r_3\varrho_3 s_3+\cdots\cdot+R_2 r_n\varrho_n s_n=E_2\\ -r_2 s_2+\mathfrak{R}_3 r_3 s_3+\cdots\cdot+R_3 r_n\varrho_n s_n=E_3\\ \vdots\\ -r_{n-1}s_{n-1}+\mathfrak{R}_n r_n s_n=E_n\end{array}\right\}\quad(1)$$

Aus diesen Gleichungen können die Unbekannten $s_1, s_2, \ldots s_n$ vollständig bestimmt werden. Die übrigen ergeben sich durch

$$s'_1=\frac{r_1}{r'_1}s_2\ ,\quad s''_1=\frac{r_1}{r''_1}s_1\ ,\ \ldots\ldots$$
$$s'_2=\frac{r_2}{r'_2}s_2\ ,\quad s''_2=\frac{r_2}{r''_2}s_2\ ,\ \ldots\ldots$$
$$\vdots$$
$$s'_n=\frac{r_n}{r'_n}s_n\ ,\quad s''_n=\frac{r_n}{r''_n}s_n\ ,\ \ldots\ldots$$

Hieraus folgen sofort einfache Ausdrücke für die Summen $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_n$ der Zweigströme in allen Linien, welche von einer und derselben Batteriegruppe auslaufen, nämlich

$$\sigma_1=s_1+s'_1+s''_1+\cdots\cdot=r_1\varrho_1 s_1$$
$$\sigma_2=s_2+s'_2+s''_2+\cdots\cdot=r_2\varrho_2 s_2$$
$$\vdots$$
$$\sigma_n=s_n+s'_n+s''_n+\cdots\cdot=r_n\varrho_n s_n.$$

2.

Bestimmt man aus den allgemeinen Gleichungen (1) des vorigen Artikels nach einem beliebigen Eliminationsverfahren die Unbekannten $s_1, s_2, s_3, \ldots$ für die verschiedenen Fälle, in welchen die Batterie in eine, zwei u. s. w. Gruppen zerlegt wird, so ergiebt sich:

Für eine Batteriegruppe, in welcher sämmtliche vorhandenen Linien von dem Pole des letzten Elementes auslaufen

$$s_1 = \frac{1}{r_1} \cdot \frac{E_1}{\mathfrak{R}_1};$$

für zwei Batteriegruppen

$$s_1 = \frac{1}{N_2 r_1} (E_1 \mathfrak{R}_2 - E_2 R_1 \varrho_2)$$

$$s_2 = \frac{1}{N_2 r_2} (E_1 + E_2 \mathfrak{R}_1),$$

wobei $N_2 = \mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_2 + R_1 \varrho_2$ zu nehmen ist;

für drei Batteriegruppen

$$s_1 = \frac{1}{N_3 r_1} [E_1 (\mathfrak{R}_2 \mathfrak{R}_3 + R_2 \varrho_3) - E_2 R_1 (\mathfrak{R}_3 \varrho_2 + \varrho_3) - E_3 R_1 \varrho_3]$$

$$s_2 = \frac{1}{N_3 r_2} [E_1 \mathfrak{R}_3 + E_2 \mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_3 - E_3 \varrho_3 (R_2 \mathfrak{R}_1 + R_1)]$$

$$s_3 = \frac{1}{N_3 r_3} [E_1 + E_2 \mathfrak{R}_1 + E_3 (\mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_2 + R_1 \varrho_2)],$$

wobei $N_3 = (\mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_2 + R_1 \varrho_2) \mathfrak{R}_3 + \varrho_3 (R_2 \mathfrak{R}_1 + R_1)$ gesetzt wurde u. s. w.

Diese hier nur beispielsweise angeführten Bestimmungen lassen schon deutlich erkennen, wie sehr sich die Endgleichungen verwickeln, welche man für eine größere Gruppenzahl erhalten würde, so daß dieselben für die numerische Rechnung kaum mehr verwendbar wären. Es bleibt deshalb eine Darstellungsweise zu ermitteln, welche sowohl für den Gebrauch geeigneter ist, als auch einen besseren Einblick in das Bildungsgesetz dieser Ausdrücke gestattet.

Faßt man in dieser Beziehung zuerst die Nenner ins Auge, so erkennt man bei einiger Aufmerksamkeit bald, daß jeder derselben aus den beiden ihm unmittelbar vorangehenden durch eine einfache Relation abgeleitet werden kann. Setzt man nämlich

$$N_0 = 1$$

und

$$N_1 = \mathfrak{R}_1$$

so ist

$$N_2 = N_1 \left(\mathfrak{R}_2 + \frac{\varrho_2}{\varrho_1}\right) - N_0 \frac{\varrho_2}{\varrho_1}$$

$$N_3 = N_2 \left(\mathfrak{R}_3 + \frac{\varrho_3}{\varrho_2}\right) - N_1 \frac{\varrho_3}{\varrho_2}$$

$$\vdots$$

$$N_k = N_{k-1} \left(\mathfrak{R}_k + \frac{\varrho_k}{\varrho_{k-1}}\right) - N_{k-2} \frac{\varrho_k}{\varrho_{k-1}}.$$

In ähnlicher Weise lassen sich die Zähler der Ausdrücke für die verschiedenen Zweigströme durch dieselben Größen N und eine zweite Reihe von Hülfsgrößen von analoger Bildung darstellen. Man bemerkt sofort, daß für jede Gruppenanzahl der Zähler des Ausdruckes für einen Zweigstrom der letzten Gruppe nichts als die Summe der Producte ist, welche entstehen, wenn man die elektromotorische Kraft jeder Gruppe mit einer Größe N multiplicirt, deren Ordnungszahl um eine Einheit niedriger ist, als der Inder von E. Dieselbe Productensumme erscheint auch im Ausdrucke für die Zweigströme der übrigen Gruppen, immer um je ein Glied vermindert, je weiter man vom Ende des ganzen Systems gegen den Anfang

fortschreitet. Dafür erhält sie einerseits selbst einen Factor, andererseits muß von dem so entstehenden neuen Producte ein Term abgezogen werden, welcher aus den Größen N und den bereits erwähnten neuen Hülfsgrößen sich ebenfalls auf eine einfache und leicht übersichtliche Weise bilden läßt.

Die Zweigströme der letzten Gruppe sind nämlich enthalten in der Formel

$$s_n = \frac{1}{N_n r_n}(N_0 E_1 + N_1 E_2 + \ldots + N_{n-1} E_n),$$

die der vorletzten werden dargestellt durch

$$s_{n-1} = \frac{1}{N_n r_{n-1}}\left(\mathfrak{R}_n (N_0 E_1 + N_1 E_2 + \ldots + N_{n-2} E_{n-1}) - \frac{N_{n-1} - N_{n-2}}{\varrho_{n-1}} \varrho_n E_n\right),$$

die der drittletzten durch

$$s_{n-2} = \frac{1}{N_n r_{n-2}}\Big((\mathfrak{R}_{n-1}\mathfrak{R}_n + R_{n-1}\varrho_n)(N_0 E_1 + N_1 E_2 + \ldots + N_{n-3} E_{n-2})$$
$$- \frac{N_{n-2} - N_{n-3}}{\varrho_{n-2}}[(\varrho_{n-1}\mathfrak{R}_n + \varrho_n) E_{n-1} + \varrho_n E_n]\Big) \text{ u. s. w.}$$

Bildet man nun die zweite Reihe von Hülfsgrößen nach folgendem Gesetze

$$\mathfrak{R}_n = 1$$
$$\mathfrak{R}_{n-1} = \mathfrak{R}_n$$
$$\mathfrak{R}_{n-2} = \mathfrak{R}_{n-1}\left(\mathfrak{R}_{n-1} + \frac{R_{n-1}}{R_n}\right) - \mathfrak{R}_n \frac{R_{n-2}}{R_n}$$
$$\mathfrak{R}_{n-3} = \mathfrak{R}_{n-2}\left(\mathfrak{R}_{n-2} + \frac{R_{n-2}}{R_{n-1}}\right) - \mathfrak{R}_{n-1} \frac{R_{n-2}}{R_{n-1}}$$
$$\vdots$$
$$\mathfrak{R}_{n-k} = \mathfrak{R}_{n-k+1}\left(\mathfrak{R}_{n-k+1} + \frac{R_{n-k+1}}{R_{n-k+2}}\right) - \mathfrak{R}_{n-k+2} \frac{R_{n-k+1}}{R_{n-k+2}}$$

so hat man auch

$$\varrho_n = \frac{\mathfrak{R}_{n-1} - \mathfrak{R}_n}{R_n}$$
$$\varrho_{n-1}\mathfrak{R}_n + \varrho_n = \frac{\mathfrak{R}_{n-2} - \mathfrak{R}_{n-1}}{R_{n-1}} \text{ u. s. w.}$$

und es wird durch Einsetzen dieser Beziehungen ganz allgemein

$$s_{n-k} = \frac{1}{N_n r_{n-k}}\Big[\mathfrak{R}_{n-k}(N_0 E_1 + N_1 E_2 + \ldots + N_{n-k-1} E_{n-k})$$
$$- \frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{\varrho_{n-k}}\Big(\frac{\mathfrak{R}_{n-k} - \mathfrak{R}_{n-k+1}}{R_{n-k+1}} E_{n-k+1} + \frac{\mathfrak{R}_{n-k+1} - \mathfrak{R}_{n-k+2}}{R_{n-k+2}} E_{n-k+2} \qquad (1)$$
$$+ \ldots + \frac{\mathfrak{R}_{n-1} - \mathfrak{R}_n}{R_n} E_n\Big)\Big]$$

der Ausdruck für die Stärke des Zweigstromes einer Linie vom Widerstande r der $(n-k)^{ten}$ Gruppe, wenn das ganze System n verschiedene Batterie- und Liniengruppen enthält.

Hätte man also z. B. in einem aus vier Gruppen bestehenden Systeme die Stärke des Zweigstromes einer Linie der zweiten Gruppe, d. h. die Größe s_2 zu bestimmen, so ist in der eben entwickelten allgemeinen Formel $n = 4$ und $k = 2$ zu setzen, wodurch dieselbe übergeht in

$$s_2 = \frac{1}{N_4 r_2}\left[\mathfrak{R}_2 (N_0 E_1 + N_1 E_2) - \frac{N_2 - N_1}{\varrho_2}\left(\frac{\mathfrak{R}_2 - \mathfrak{R}_3}{R_3} E_3 + \frac{\mathfrak{R}_3 - \mathfrak{R}_4}{R_4} E_4\right)\right]$$

Mit Hülfe der oben bereits angegebenen Werthe für N_2 und N_3 erhält man leicht

$$N_4 = (\mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_2 + R_1 \varrho_2)(\mathfrak{N}_3 \mathfrak{N}_4 + R_3 \varrho_4) + (R_2 \mathfrak{N}_1 + R_1)(\varrho_3 \mathfrak{N}_4 + \varrho_4)$$

und ebenso

$$\mathfrak{N}_4 = 1$$
$$\mathfrak{N}_3 = \mathfrak{N}_4$$
$$\mathfrak{N}_2 = \mathfrak{N}_3 \mathfrak{N}_4 + R_3 \varrho_4$$

und hiermit wird

$$s_2 = \frac{1}{N_4 r_2} \left\{ (E_1 + E_2 \mathfrak{N}_1)(\mathfrak{N}_3 \mathfrak{N}_4 + R_3 \varrho_4) - (R_2 \mathfrak{N}_1 + R_1)[E_3(\varrho_3 \mathfrak{N}_4 + \varrho_4) + E_4 \varrho_3] \right\}.$$

Ganz dasselbe Resultat ergiebt sich durch directe Elimination aus den Gleichungen (1) des vorhergehenden Artikels.

Der Nutzen der in der allgemeinen Formel (1) gebrauchten involutorischen Darstellung liegt für die Zahlenrechnung besonders in dem Umstande, daß die Hülfsgrößen N und $\mathfrak{N}$ aus sehr einfachen Relationen, welche sich auch leicht für Logarithmen einrichten lassen, ein- für allemal berechnet werden können und für sämmtliche Zweigströme des zur Untersuchung vorgelegten Systems unverändert bleiben.

3.

Die im vorhergehenden Artikel abgeleitete Formel für s_{n-k} gilt für eine beliebige Anzahl von Batteriegruppen, welche aus irgend welchen galvanischen Elementen gebildet, und unter sich in ganz willkürlicher Ordnung ihrer Pole verbunden sind. Sie läßt eine sehr wesentliche Vereinfachung zu, wenn man, ohne über die Zahl der Gruppen und Zweiglinien etwas Näheres festzusetzen, die in der Anwendung in der Regel erfüllte Annahme gestattet, daß erstens sämmtliche, in den verschiedenen Gruppen vorhandene Elemente gleicher Natur, und daß zweitens die einzelnen Gruppen unter sich in einer unveränderlichen Ordnung der Pole verbunden sind, etwa wie in der schematischen Figur des ersten Artikels.

Es ist dann offenbar für jedes einzelne Element einer Gruppe $\frac{E_\mu}{R_\mu} = \alpha =$ einer Constanten, und in der allgemeinen Formel gelten die Zeichen, wie sie den einzelnen Gliedern vorgesetzt wurden. Durch Einführung der eben angegebenen Relation erhält man sofort

$$s_{n-k} = \frac{\alpha}{N_n r_{n-k}} \left(\mathfrak{N}_{n-k}(N_0 R_1 + N_1 R_2 + \ldots + N_{n-k-1} R_{n-k}) - \frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{\varrho_{n-k}} (\mathfrak{N}_{n-k} - \mathfrak{N}_n) \right).$$

Nun ist allgemein

$$N_n = \varrho_n (N_0 R_1 + N_1 R_2 + \ldots + N_{n-1} R_n) + N_{n-1} \tag{1}$$

also auch

$$N_0 R_1 + N_1 R_2 + \ldots + N_{n-k-1} R_{n-k} = \frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{\varrho_{n-k}}$$

und hiermit durch Substitution

$$s_{n-k} = \frac{\alpha}{r_{n-k} \varrho_{n-k}} \cdot \frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{N_n}, \tag{2}$$

weil nämlich $\mathfrak{N}_n = 1$ ist. Aus diesem durch seine Einfachheit bemerkenswerthen Ausdrucke lassen sich sogleich ein Paar weitere Folgerungen ableiten.

Man sieht zunächst, daß unter den angegebenen Voraussetzungen alle Zweigströme des ganzen Systems gleiche Richtung besitzen. Die im vorhergehenden Artikel für die Grö-



ßen N aufgestellten Definitionsgleichungen zeigen nämlich, daß die Werthe dieser immer positiven Größen in demselben Sinne sich ändern, wie ihre Indices. Es ist also auch die Differenz $N_{n-k} - N_{n-k-1}$ immer positiv, d. h. die Größen s_{n-k} haben sämmtlich gleiche Vorzeichen.

Giebt man in vorstehender Formel (2) dem k nach und nach die Werthe 0, 1, 2, ..., n — 1, so erhält man

$$r_n \quad \varrho_n \quad s_n \quad = \alpha \frac{N_n - N_{n-1}}{N_n}$$

$$r_{n-1} \varrho_{n-1} s_{n-1} = \alpha \frac{N_{n-1} - N_{n-2}}{N_n}$$

$$\vdots$$

$$r_1 \quad \varrho_1 \quad s_1 \quad = \alpha \frac{N_1 - N_0}{N_n},$$

wobei in der letzten Formel $N_0 = 1$ zu nehmen ist. Am Schlusse des ersten Artikels wurde gezeigt, daß in diesen Ausdrücken die auf der linken Seite des Gleichheitszeichens stehenden Producte der Reihe nach die Summen der Zweigströme in den verschiedenen Gruppen vorstellen; ihre Summe äquivalirt also der Menge der im ganzen Liniensysteme in Bewegung befindlichen Elektricität. Bezeichnet man diese mit Σ_n, so ergiebt sich aus den eben angegebenen Gleichungen durch Addition unmittelbar

$$\Sigma_n = \alpha \left(1 - \frac{1}{N_n}\right). \tag{3}$$

Dieser Ausdruck zeigt, daß, wie groß man auch die Anzahl der im ganzen Systeme vorhandenen galvanischen Elemente oder der mit ihnen verbundenen Zweiglinien machen möge, die Intensität des Gesammtstromes doch nie größer werden kann, als die Stromstärke eines einzelnen, ohne äußeren Widerstand geschlossenen Elementes.

Als eine Art von Probe für die bisherige Rechnung kann man aus ihr den in der Einleitung historisch angeführten Satz ableiten, daß, wenn der Widerstand der Batterie als verschwindend betrachtet wird, jeder Zweigstrom eben dieselbe Intensität erhält, als wenn die übrigen Linien gar nicht vorhanden wären. Da unter dieser Voraussetzung sämmtliche Größen $\mathfrak{N}$, N und $\mathfrak{R}$ der Einheit gleich werden, so nimmt die rechte Seite der Gleichung (2) wegen des verschwindenden Nenners im Factor α die unbestimmte Form $\frac{0}{0}$ an. Man muß deshalb auf die allgemeine Formel (1) des vorhergehenden Artikels zurückgreifen, welche den Factor α noch nicht enthält, und durch Einsetzen der oben erwähnten speciellen Werthe unmittelbar übergeht in

$$s_{n-k} = \frac{1}{r_{n-k}} (E_1 + E_2 + \ldots + E_{n-k}) \tag{4}$$

übereinstimmend mit dem oben in Worten ausgedrückten Satze.

Für eine Batterie von meßbarem Widerstande ist dieser Werth wegen des Ausfallens des subtractiven Gliedes der allgemeinen Formel offenbar immer zu groß. Man kann sich leicht einen beständig zu kleinen Werth für dieselbe Größe verschaffen, wenn man die Annäherung um eine Ordnung weiter treibt, indem man annimmt, der Widerstand der Batterie sei zwar nicht geradezu Null, aber doch noch so klein, daß man den Werth von s_{n-k} nach



aufsteigenden Potenzen dieses Widerstandes entwickeln und alle höheren als die erste Potenz vernachlässigen könne.

Unter dieser Voraussetzung ergiebt sich durch eine sehr einfache Rechnung allgemein

$$N_n = 1 + R_1(\varrho_1 + \varrho_2 + \ldots + \varrho_n) + R_2(\varrho_2 + \varrho_3 + \ldots + \varrho_n) + \ldots + R_n \varrho_n$$

und hieraus

$$\frac{N_{n-k} - N_{n-k-1}}{\varrho_{n-k}} = R_1 + R_2 + \ldots + R_{n-k}.$$

Substituirt man diese Werthe in der jetzt wieder verwendbaren Gleichung (2), und entwickelt den auf der rechten Seite vorhandenen Bruch in eine Reihe, so wird unter Vernachlässigung der zweiten und höheren Potenzen des Batteriewiderstandes

$$s_{n-k} = \frac{\alpha}{r_{n-k}}(R_1 + R_2 + \ldots + R_{n-k})$$
$$[1 - R_1(\varrho_1 + \varrho_2 + \ldots + \varrho_n) - R_2(\varrho_2 + \varrho_3 + \ldots \varrho_n) - \ldots - R_n \varrho_n]. \quad (5)$$

Wäre die weitere Annahme gestattet $R_1 = R_2 = \ldots = R_n = \frac{R}{n}$, wo R den Gesammtwiderstand der ganzen Batterie vorstellt, so nimmt diese Gleichung die nachstehende einfachere Gestalt an

$$s_{n-k} = \alpha \cdot \frac{n-k}{n} \cdot \frac{R}{r_{n-k}} \left(1 - \frac{R}{n}(\varrho_1 + 2\varrho_2 + 3\varrho_3 + \ldots + n\varrho_n)\right). \quad (6)$$

Durch die Formeln (4) und (5) oder (6) ist der Werth von s_{n-k} in Grenzen eingeschlossen, welche sich einander um so mehr nähern, je kleiner der Widerstand der Batterie im Vergleiche zu dem der Linien ist. Die Annäherung an den wahren Werth von s_{n-k} auf diesem Wege noch weiter fortsetzen zu wollen, wäre nicht gerechtfertigt, da schon die beiden letztangegebenen Gleichungen für die Rechnung kaum bequemer sind, als die strenge Formel (2). Man kann jedoch bemerken, daß das arithmetische Mittel aus den nach der Formel (4) und einer der Gleichungen (5) oder (6) berechneten Werthen dem wahren Werthe in der Regel beträchtlich näher sein wird, als jede der beiden Grenzen.

4.

Es soll nun untersucht werden, unter welchen Bedingungen die durch die Gleichung (3) des vorhergehenden Artikels bestimmte Größe Σ_n einen größten Werth erlangt.

Die einfachste hierher gehörige Aufgabe hat bekanntlich schon Ohm in seiner galvanischen Kette gelöst, indem er zeigte, daß in einem einfachen Schließungskreise die Stromstärke ein Maximum wird, wenn der Widerstand der Batterie dem ihres Schließungsbogens gleich ist.

Die gegenwärtige Aufgabe wird folgendermaßen auszusprechen sein:

Es ist gegeben der Gesammtwiderstand R einer Anzahl gleicher, in eine Batterie zu vereinigender galvanischer Elemente; ferner durch die Gleichung

$$\varrho = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r'_1} + \ldots + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r'_2} + \ldots + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r'_3} + \ldots + \ldots$$

die Summe der reciproken Werthe der Widerstände einer Anzahl von Linien, welche von dieser Batterie auslaufen. Wenn nun sowohl die Batterie, als die Zweiglinien in n Gruppen zerlegt werden, und die Pole der in den verschiedenen Gruppen vorhandenen Elemente immer

in derselben Ordnung aufeinander folgen sollen, wie müssen die Größen R und ϱ unter die verlangten n Gruppen vertheilt werden, damit die Function Σ_n einen größten Werth erlange?

Vorerst ist zu bemerken, daß bei der Auflösung dieser in das Gebiet der Differentialrechnung fallenden Aufgabe eine unbegrenzte Theilbarkeit der Größen R und ϱ vorausgesetzt werden muß. In der Wirklichkeit werden, da die galvanischen Elemente und die Zweiglinien als gegebene Größen anzusehen sind, die Werthänderungen der aus diesen Größen zu bildenden Gruppen wesentlich sprungweise erfolgen; dies hindert jedoch nicht, vorläufig diese Gruppen doch als stetige Functionen zu betrachten, und sich dann den durch die Rechnung ermittelten Werthen in der Wirklichkeit so weit zu nähern, als die übrigen Umstände dies gestatten.

Da die Summen der 2n Unbekannten $R_1, R_2, \ldots, R_n$ und $\varrho_1, \varrho_2, \ldots, \varrho_n$ gegebene Constanten sind, so enthält die Function Σ_n nur $2n-2$ absolut variable Größen, und man hat nach bekannten Regeln den Bedingungen

$$\frac{\partial \Sigma_n}{\partial R_k} = 0 \text{ und } \frac{\partial \Sigma_n}{\partial \varrho_k} = 0,$$

wobei $k = 1, 2, \ldots, n-1$, Genüge zu leisten. Setzt man hier für Σ_n seinen Werth aus der Gleichung (3) des vorigen Artikels ein, und bemerkt, daß der Werth der Größe N in keinem Falle verschwinden kann, so gehen diese beiden Bedingungen in die einfacheren

$$\frac{\partial N_n}{\partial R_k} = 0 \quad , \quad \frac{\partial N_n}{\partial \varrho_k} = 0 \quad , \quad (k = 1, 2, \ldots, n-1)$$

über. Diese Differentialquotienten lassen sich nun wieder sehr einfach durch die schon gebrauchten Hülfsgrößen N und $\mathfrak{N}$ ausdrücken. Man kann sich nämlich leicht überzeugen, daß für jeden positiven ganzen Werth von k, der < n ist, allgemein

$$\frac{\partial N_n}{\partial R_k} = \frac{\mathfrak{N}_{k-1} - \mathfrak{N}_k}{R_k} N_{k-1} - \frac{\mathfrak{N}_{n-1} - \mathfrak{N}_n}{R_n} N_{n-1}$$

$$\frac{\partial N_n}{\partial \varrho_k} = \frac{N_k - N_{k-1}}{\varrho_k} \mathfrak{N}_k - \frac{N_n - N_{n-1}}{\varrho_n} \mathfrak{N}_n$$

ist. Unter Anwendung dieser Relationen ergeben sich dann zur Bestimmung unserer 2n Unbekannten die 2n Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{c}
\frac{\mathfrak{N}_0 - \mathfrak{N}_1}{R_1} N_0 = \frac{\mathfrak{N}_1 - \mathfrak{N}_2}{R_2} N_1 = \ldots = \frac{\mathfrak{N}_{n-2} - \mathfrak{N}_{n-1}}{R_{n-1}} N_{n-2} = \frac{\mathfrak{N}_{n-1} - \mathfrak{N}_n}{R_n} N_{n-1} \\
\frac{N_1 - N_0}{\varrho_1} \mathfrak{N}_1 = \frac{N_2 - N_1}{\varrho_2} \mathfrak{N}_2 = \ldots = \frac{N_{n-1} - N_{n-2}}{\varrho_{n-1}} \mathfrak{N}_{n-1} = \frac{N_n - N_{n-1}}{\varrho_n} \mathfrak{N}_n \\
R_1 + R_2 + \ldots + R_n = R \\
\varrho_1 + \varrho_2 + \ldots + \varrho_n = \varrho.
\end{array}\right\} \quad (1)$$

Ich beginne das Eliminationsverfahren mit einer Umformung der Gleichung

$$\frac{\mathfrak{N}_0 - \mathfrak{N}_1}{R_1} N_0 - \frac{\mathfrak{N}_1 - \mathfrak{N}_2}{R_2} N_1 = 0$$

und bemerke zu dem Ende, daß zwischen den verschiedenen Größen $\mathfrak{N}$ eine der unter (1) im dritten Artikel für die Größen N gegebenen analoge Beziehung existirt. Man hat nämlich allgemein

$$\mathfrak{N}_{n-k} = R_{n-k+1}(\mathfrak{N}_n \varrho_n + \mathfrak{N}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{N}_{n-k+1} \varrho_{n-k+1}) + \mathfrak{N}_{n-k+1} \quad (2)$$



und hiermit geht die vorgelegte Gleichung sofort über in

$$(\mathfrak{N}_n \varrho_n + \mathfrak{N}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{N}_1 \varrho_1) N_0 - (\mathfrak{N}_n \varrho_n + \mathfrak{N}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{N}_2 \varrho_2) N_1 = 0$$

oder, weil $N_0 = 1$ und $N_1 = R_1 \varrho_1 + 1$ ist, in

$$\mathfrak{N}_1 - R_1 (\mathfrak{N}_n \varrho_n + \mathfrak{N}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots \mathfrak{N}_2 \varrho_2) = 0.$$

Mit Rücksicht auf (2) läßt sich diese Gleichung auch schreiben

$$R_2 (\mathfrak{N}_n \varrho_n + \mathfrak{N}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{N}_3 \varrho_3) + \mathfrak{N}_2 \mathfrak{N}_2 - R_1 (\mathfrak{N}_n \varrho_n + \mathfrak{N}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{N}_2 \varrho_2) = 0$$

oder endlich

$$\mathfrak{N}_2 (\mathfrak{N}_2 - R_1 \varrho_2) = (R_1 - R_2) (\mathfrak{N}_n \varrho_n + \mathfrak{N}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{N}_3 \varrho_3). \quad (3)$$

Auf ähnliche Weise erhält man aus der Gleichung

$$\frac{N_1 - N_0}{\varrho_1} \mathfrak{N}_1 - \frac{N_2 - N_1}{\varrho_2} \mathfrak{N}_2 = 0$$

in Verbindung mit den Relationen (2) und Art. 3 (1)

$$\mathfrak{N}_2 (\mathfrak{N}_1 - R_1 \varrho_2) = R_1 (\mathfrak{N}_n \varrho_n + \mathfrak{N}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{N}_3 \varrho_3). \quad (4)$$

Endlich ergiebt sich aus der Gleichung

$$\frac{\mathfrak{N}_1 - \mathfrak{N}_2}{R_2} N_1 - \frac{\mathfrak{N}_2 - \mathfrak{N}_3}{R_3} N_2 = 0,$$

in welcher $N_1 = \mathfrak{N}_1$, $N_2 = \mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_2 + R_1 \varrho_2$ ist,

$$\mathfrak{N}_2 \mathfrak{N}_1 = (R_1 + \mathfrak{N}_1 R_2) (\mathfrak{N}_n \varrho_n + \mathfrak{N}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{N}_3 \varrho_3). \quad (5)$$

Dividirt man (3) durch (4), so folgt

$$\frac{\mathfrak{N}_2 - R_1 \varrho_2}{\mathfrak{N}_1 - R_1 \varrho_2} = \frac{R_1 - R_2}{R_1}$$

oder

$$\mathfrak{N}_1 = \frac{R_1}{R_1 - R_2}. \quad (6)$$

Dagegen erhält man durch Division von (3) durch (5)

$$\frac{\mathfrak{N}_2 - R_1 \varrho_2}{\mathfrak{N}_1} = \frac{R_1 - R_2}{R_1 + \mathfrak{N}_1 R_2}$$

und wenn man hieraus durch (6) die Größe $\mathfrak{N}_1$ eliminirt

$$\varrho_2 = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{R_1 - R_2}$$

oder durch Vergleichung dieses Werthes mit (6)

$$\varrho_2 = \varrho_1 \quad , \quad R_2 = R_1 \left(1 - \frac{1}{\mathfrak{N}_1}\right). \quad (7)$$

Mit Hülfe dieser beiden Beziehungen lassen sich aus den Größen N sämmtliche R_2 und ϱ_2 fortschaffen, wodurch man erhält

$$\begin{aligned}
N_1 &= \mathfrak{N}_1 \\
N_2 &= \mathfrak{N}_1^2 \\
N_3 &= \mathfrak{N}_1 (\mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_3 + R_1 \varrho_3) \\
N_4 &= \mathfrak{N}_1 [\mathfrak{N}_4 (\mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_3 + R_1 \varrho_3) + \varrho_4 (R_3 \mathfrak{N}_1 + R_1)]
\end{aligned}$$

u. s. w.

Setzt man nun

$$\begin{aligned}
N'_0 &= 1 \\
N'_1 &= \mathfrak{N}_1 \\
N'_2 &= \mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_3 + R_1 \varrho_3 = N'_1 \left(\mathfrak{N}_3 + \frac{\varrho_3}{\varrho_1}\right) - N'_0 \frac{\varrho_3}{\varrho_1} \\
N'_3 &= \mathfrak{N}_4 (\mathfrak{N}_1 \mathfrak{N}_3 + R_1 \varrho_3) + \varrho_4 (R_3 \mathfrak{N}_1 + R_1) = N'_2 \left(\mathfrak{N}_4 + \frac{\varrho_4}{\varrho_3}\right) - N'_1 \frac{\varrho_4}{\varrho_3}
\end{aligned}$$

u. s. w.

so folgt diese Reihe dem früheren Bildungsgesetze für die Größen N mit dem einzigen Unterschiede, daß in ihr die Indices der $\mathfrak{R}$ und ϱ (den ersten ausgenommen) um eine Stelle erhöht sind. Es ist also auch

$$N_1 = \mathfrak{R}_1 N'_0 \quad , \quad N_2 = \mathfrak{R}_1 N'_1 \quad , \quad N_3 = \mathfrak{R}_1 N'_2 , \ldots$$

und hiermit gehen die Gleichungen (1), von welchen man fortan das erste Paar als fernerhin überflüssig ganz außer Acht lassen kann, über in

$$\left.\begin{aligned} \frac{\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2}{R_2} N'_0 = \frac{\mathfrak{R}_2 - \mathfrak{R}_3}{R_3} N'_1 = \ldots = \frac{\mathfrak{R}_{n-1} - \mathfrak{R}_n}{R_{n-1}} N'_{n-2} \\ \frac{N'_1 - N'_0}{\varrho_2} \mathfrak{R}_2 = \frac{N'_2 - N'_1}{\varrho_3} \mathfrak{R}_3 = \ldots = \frac{N'_{n-1} - N'_{n-2}}{\varrho_n} \mathfrak{R}_n \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Diese Gleichungen können in analoger Weise behandelt werden, wie die früheren (1). Es läßt sich nämlich die Gleichung

$$\frac{\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2}{R_2} N'_0 - \frac{\mathfrak{R}_2 - \mathfrak{R}_3}{R_3} N'_1 = 0$$

umgestalten in

$$\mathfrak{R}_3 (\mathfrak{R}_3 - R_1 \varrho_3) = \frac{R_1}{\mathfrak{R}_1} (\mathfrak{R}_n \varrho_n + \mathfrak{R}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{R}_4 \varrho_4) \quad (9)$$

Aus der Gleichung

$$\frac{N'_1 - N'_0}{\varrho_2} \mathfrak{R}_2 - \frac{N'_2 - N'_1}{\varrho_1} \mathfrak{R}_3 = 0$$

folgt auf ähnliche Weise

$$\mathfrak{R}_3 (\mathfrak{R}_1 - R_1 \varrho_3) = R_1 (\mathfrak{R}_n \varrho_n + \mathfrak{R}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{R}_4 \varrho_4) \quad (10)$$

Endlich die Gleichung

$$\frac{\mathfrak{R}_2 - \mathfrak{R}_3}{R_3} N'_1 - \frac{\mathfrak{R}_3 - \mathfrak{R}_4}{R_4} N'_2 = 0$$

geht über in

$$\mathfrak{R}_3 \varrho_3 N'_1 = (N'_2 - N'_1)(\mathfrak{R}_n \varrho_n + \mathfrak{R}_{n-1} \varrho_{n-1} + \ldots + \mathfrak{R}_4 \varrho_4). \quad (11)$$

Dividirt man (9) durch (10), so ergiebt sich

$$\frac{\mathfrak{R}_3 - R_1 \varrho_3}{\mathfrak{R}_1 - R_1 \varrho_3} = \frac{1}{\mathfrak{R}_1}$$

oder

$$R_3 = R_1 \left(1 - \frac{1}{\mathfrak{R}_1}\right) = R_2. \quad (12)$$

Ferner erhält man durch Division von (11) durch (10)

$$\frac{R_1 \varrho_3}{\mathfrak{R}_1 - R_1 \varrho_3} = \frac{N'_2 - N'_1}{N'_1}$$

und hieraus durch Einsetzen des eben gefundenen Werthes von R_3

$$0 = R_1 (\varrho_1 - \varrho_3) \quad \text{oder} \quad \varrho_3 = \varrho_1. \quad (13)$$

Mit den Werthen (12) und (13) wird nun wieder, wenn man der schon gebrauchten Bezeichnung entsprechend

$$N''_0 = 1$$
$$N''_1 = \mathfrak{R}_1$$
$$N''_2 = \mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_4 + R_1 \varrho_4$$
u. s. w.

setzt, die neue Reihe

$$N_2 = \mathfrak{R}_1^2 N''_0 \quad , \quad N_3 = \mathfrak{R}_1^2 N''_1 \quad , \quad N_4 = \mathfrak{R}_1^2 N''_2 , \ldots$$

erhalten, durch deren Substitution die Gleichungen (1) nach Weglassung der beiden ersten Paare übergehen in

$$\left.\begin{aligned} \frac{\mathfrak{N}_2-\mathfrak{N}_3}{R_3}\,N''_0 &= \frac{\mathfrak{N}_3-\mathfrak{N}_4}{R_4}\,N''_1 = \ldots = \frac{\mathfrak{N}_{n-1}-\mathfrak{N}_n}{R_n}\,N''_{n-3} \\ \frac{N''_1-N''_0}{\varrho_3}\,\mathfrak{N}_3 &= \frac{N''_2-N''_1}{\varrho_4}\,\mathfrak{N}_4 = \ldots = \frac{N''_{n-2}-N''_{n-3}}{\varrho_n}\,\mathfrak{N}_n \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

und hieraus würden ganz auf dieselbe Weise die beiden Beziehungen

$$R_4 = R_2 \quad \text{und} \quad \varrho_4 = \varrho_1$$

abgeleitet werden können.

Ueberhaupt ist aus der bis hierher geführten Rechnung zur Genüge ersichtlich, daß man denselben Algorithmus so oft hintereinander anwenden kann, bis man schließlich nur noch die beiden Gleichungen

$$\begin{aligned} \frac{\mathfrak{N}_{n-2}-\mathfrak{N}_{n-1}}{R_{n-1}}\,N_0^{(n-2)} &= \frac{\mathfrak{N}_{n-1}-\mathfrak{N}_n}{R_n}\,N_1^{(n-2)} \\ \frac{N_1^{(n-2)}-N_0^{(n-2)}}{\varrho_{n-1}}\,\mathfrak{N}_{n-1} &= \frac{N_2^{(n-2)}-N_1^{(n-2)}}{\varrho_n}\,\mathfrak{N}_n \end{aligned}$$

übrig behält, in welchen

$$\begin{aligned} &R_{n-1} = R_1\left(1-\frac{1}{\mathfrak{R}_1}\right) \quad , \quad \varrho_{n-1} = \varrho_1 \\ &N_0^{(n-2)} = 1 \quad , \quad N_1^{(n-2)} = \mathfrak{R}_1 \quad , \quad N_2^{(n-2)} = \mathfrak{R}_1\,\mathfrak{R}_n + R_1\,\varrho_n \\ &\mathfrak{N}_n = 1 \quad , \quad \mathfrak{N}_{n-1} = \mathfrak{R}_n \quad , \quad \mathfrak{N}_{n-2} = \mathfrak{R}_{n-1}\,\mathfrak{R}_n + R_{n-1}\,\varrho \end{aligned}$$

zu nehmen ist. Sie gehen durch Einsetzen dieser Werthe über in

$$\mathfrak{R}_n = R_1\,\varrho_n = \mathfrak{R}_1,$$

woraus sich ergiebt

$$R_n = R_2 \quad \text{und} \quad \varrho_n = \varrho_1 + \frac{1}{R_1}.$$

Man hat also als Ergebniß der ganzen bisherigen Entwickelung

$$R_2 = R_3 = \ldots = R_n = \frac{R_1^2\,\varrho_1}{\mathfrak{R}_1}$$

$$\varrho_1 = \varrho_2 = \varrho_3 = \ldots = \varrho_{n-1} \quad , \quad \varrho_n = \varrho_1 + \frac{1}{\mathfrak{R}_1}.$$

Bringt man nun diese Beziehungen mit den beiden letzten Gleichungen des Systems (1) in Verbindung, so wird

$$R_1\,\frac{nR_1\,\varrho_1+1}{R_1\,\varrho_1+1} = R \quad , \quad n\varrho_1 + \frac{1}{R_1} = \varrho$$

und hieraus findet man schließlich die beiden jetzt allein noch unbekannten Größen R_1 und ϱ_1.

Schreibt man der besseren Uebersicht wegen die Werthe sämmtlicher Unbekannten noch einmal zusammen, so ist die Lösung der Maximumaufgabe für n Linien- und Batteriegruppen unter der Voraussetzung gleicher Batterieelemente, welche in einer unveränderlichen Ordnung ihrer Pole unter sich verbunden sind, in folgenden Gleichungen enthalten:

$$\left.\begin{aligned} R_1 &= \frac{1}{2n\varrho}\left[R\varrho + \sqrt{R^2\varrho^2 + 4n(n-1)R\varrho}\right] \\ R_2 = R_3 = \ldots = R_n &= \frac{1}{2n(n-1)\varrho}\left[(2n-1)R\varrho - \sqrt{R^2\varrho^2 + 4n(n-1)R\varrho}\right] \\ \varrho_1 = \varrho_2 = \ldots = \varrho_{n-1} &= \frac{1}{2n(n-1)R}\left[(2n-1)R\varrho - \sqrt{R^2\varrho^2 + 4n(n-1)R\varrho}\right] \\ \varrho_n &= \frac{1}{2nR}\left[R\varrho + \sqrt{R^2\varrho^2 + 4n(n-1)R\varrho}\right] \end{aligned}\right\} \quad (15)$$

5.

Die eben erhaltenen Werthe (15) lassen sich auf sehr einfache Weise auch geometrisch darstellen. Aus der ersten und vierten der genannten Gleichungen folgen nämlich die Relationen

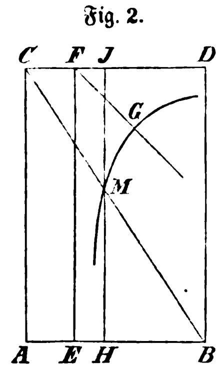
$$R_1\,\varrho = R\varrho_n \quad \text{und} \quad (nR_1 - R)\varrho_n = n - 1.$$

Denkt man sich nun über den Seiten R und ϱ ein rechtwinkeliges Parallelogramm construirt, so drückt die erste dieser beiden Beziehungen aus, daß der durch die Abscisse R_1 und die Ordinate $\varrho - \varrho_n = (n-1)\,\varrho_1$ bestimmte Punkt auf der dem Anfangspunkte der Coordinaten gegenüberliegenden Diagonale des Parallelogrammes sich befindet. Seine Lage in dieser Diagonale wird durch die zweite Relation, welche offenbar die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel ist, näher bestimmt.

Zu ihrer Construction nehme man in der untenstehenden Figur, in welcher A den Anfangspunkt der Coordinaten vorstellt und $AB = R$, $AC = \varrho$ gemacht ist, die Linie $AE = CF = \frac{R}{n}$, halbire den Winkel DFE, und schneide auf der Theilungslinie ein Stück $FG = \sqrt{\frac{2(n-1)}{n}}$ ab. Legt man nun durch den Punkt G zu den Asymptoten DF und EF eine gleichseitige Hyperbel, so schneidet diese Curve die Diagonale BC in M, und es ist, wenn man durch M die Linie HJ mit AC parallel zieht

$$\overline{AH} = R_1$$
$$\overline{JM} = \varrho_n$$
$$\frac{1}{n-1}\cdot\overline{HB} = R_2 = R_3 = \ldots = R_n$$
$$\frac{1}{n-1}\cdot\overline{HM} = \varrho_1 = \varrho_2 = \ldots = \varrho_{n-1}.$$

Fig. 2.



Die durch diese Formeln vorgeschriebene Theilung der Größen R und ϱ ist nur so lange möglich, als das Product $R\varrho$ nicht kleiner als die Einheit wird. Für $R\varrho = 1$ erhalten in den Gleichungen (15) des letzten Artikels die Größen $R_2, R_3, \ldots, R_n$ und $\varrho_1, \varrho_2, \ldots, \varrho_{n-1}$ sämmtlich den Werth Null; es ist also dann am vortheilhaftesten, alle vorhandenen Elemente in eine einzige Gruppe zusammenzustellen. Für alle Werthe von $R\varrho < 1$ wird $R_1 > R$ und $\varrho_n > \varrho$, und deshalb eine wirkliche Theilung um so weniger ausführbar. Andererseits ist leicht zu erkennen, daß für zunehmende Werthe von $R\varrho$ sämmtliche Größen $R_1, R_2, \ldots, R_n$ und $\varrho_1, \varrho_2, \ldots, \varrho_n$ immer mehr den Werthen $\frac{R}{n}$ und $\frac{\varrho}{n}$ sich nähern, mit welchen sie für $R\varrho = \infty$ ganz zusammenfallen.

Es bleiben nun noch die Intensitäten der derivirten Ströme anzugeben, welche im Gefolge der Maximumtheilung der Größen R und ϱ in den einzelnen Zweiglinien und Gruppen auftreten. Führt man zu dem Ende die Werthe (15) des vorigen Artikels in die Gleichung $\mathfrak{R}_1 = R_1\,\varrho_1 + 1$ ein, und bezeichnet den zugehörigen Werth von $\mathfrak{R}_1$ mit P, so ergiebt sich

$$P = \frac{2n(n-1) + R\varrho + W}{2n^2},$$

wobei zur Abkürzung $W = \sqrt{R^2\varrho^2 + 4n(n-1)R\varrho}$ gesetzt ist. Nun müssen aber nach den Entwickelungen des vorigen Artikels für das Maximum die Größen $N_1, N_2, \ldots, N_{n-1}$ der Reihe nach den Potenzen der Größe P gleich gemacht werden, wodurch sich, wenn man zur besseren Unterscheidung diese speciellen Werthe durch $\overset{0}{N}_1, \overset{0}{N}_2, \ldots, \overset{0}{N}_{n-1}$ darstellte, die Gleichungen ergeben

$$\overset{0}{N}_1 = P, \quad \overset{0}{N}_2 = P^2, \ldots, \quad \overset{0}{N}_{n-1} = P^{n-1}.$$

Der Werth $\overset{0}{N}_n$ folgt diesem Gesetze nicht mehr, sondern muß unmittelbar aus der Definitionsgleichung

$$\overset{0}{N}_n = \overset{0}{N}_{n-1}\left(\mathfrak{R}_n + \frac{\varrho_n}{\varrho_{n-1}}\right) - \overset{0}{N}_{n-2}\frac{\varrho_n}{\varrho_{n-1}}$$

durch Einsetzen der vorstehenden Werthe von $\overset{0}{N}_{n-1}$ und $\overset{0}{N}_{n-2}$ und der Beziehungen (15) des vorhergehenden Artikels ermittelt werden. Man erhält

$$\overset{0}{N}_n = (P+1)P^{n-1}.$$

Führt man diese Werthe in die Gleichungen (2) und (3) des dritten Artikels ein, so ergiebt sich

$$\left.\begin{aligned}
\overset{0}{s}_{n-k} &= \frac{\alpha}{r_{n-k}\overset{0}{\varrho}_{n-k}} \cdot \frac{P-1}{P+1} \cdot \frac{1}{P^k} \; (k = 1, 2, \ldots, n-1) \\
\overset{0}{s}_n &= \frac{\alpha}{r_n\overset{0}{\varrho}_n} \cdot \frac{P}{P+1} \\
\overset{0}{\Sigma}_n &= \alpha\left(1 - \frac{1}{(P+1)P^{n-1}}\right),
\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

wodurch die gesuchten Verhältnisse bestimmt sind. Die über den einzelnen Zeichen stehenden Nullen sollen wieder andeuten, daß diese Gleichungen sich nur auf den speciellen Fall der Maximumtheilung beziehen.

Wenn man die Anzahl n der Gruppen immer größer werden läßt, so nähert sich der stetig abnehmende Werth von P immer mehr der Einheit, woraus folgt, daß schließlich die Hälfte der ganzen in Bewegung gesetzten Elektricität in der letzten Gruppe circulirt, während alle übrigen Gruppen nur verschwindend kleine Antheile derselben erhalten. Schreibt man wieder wie früher $\overset{0}{r}_{n-k}\overset{0}{s}_{n-k}\overset{0}{\varrho}_{n-k} = \overset{0}{\sigma}_{n-k}$, so folgt aus den Gleichungen (1)

$$\frac{\overset{0}{\sigma}_{n-k}}{\overset{0}{\sigma}_{n-k-1}} = P, \quad \frac{\overset{0}{\sigma}_n}{\overset{0}{\sigma}_{n-1}} = \frac{P^2}{P-1}.$$

Wird hier für einen Augenblick $\frac{P^2}{P-1} = a$ gesetzt, wobei a eine stets positive Größe bedeutet, so ist auch

$$\frac{\partial a}{\partial P} = \frac{P(P-2)}{(P-1)^2} \text{ und } \frac{\partial^2 a}{\partial P^2} = \frac{2}{(P-1)^3}.$$

Es wird also a ein Minimum für $P = 2$, d. h. die Summe der Theilströme der letzten Gruppe beträgt bei der Maximumtheilung mindestens das Vierfache der zur vorletzten

Gruppe gehörigen Theilsumme; von dieser nach vorne gezählt nehmen, wenn $a = 4$ ist, die übrigen Summen ab, wie die Glieder einer geometrischen Reihe mit dem Exponenten $\frac{1}{2}$. Damit a seinen kleinsten Werth 4 erhalten könne, muß zwischen den Größen R und ϱ und der Gruppenanzahl n eine bestimmte Beziehung stattfinden, welche sich leicht ergiebt, wenn man in der Gleichung

$$P = \frac{2n(n-1) + R\varrho + W}{2n^2}$$

$P = 2$ nimmt. Es wird dann

$$R\varrho = \frac{(n+1)^2}{2}$$

und hiermit

$$\overset{\circ}{\varrho}_1 = \overset{\circ}{\varrho}_2 = \ldots = \overset{\circ}{\varrho}_{n-1} = \frac{\varrho}{n+1}$$

$$\overset{\circ}{\varrho}_n = \frac{2\varrho}{n+1}.$$

Durch Einsetzen dieser Werthe in die Gleichungen (1) ergiebt sich nun weiter

$$\frac{\overset{\circ}{s}_{n-k}}{\overset{\circ}{s}_{n-k-1}} = 2\frac{r_{n-k-1}}{r_{n-k}}, \quad \frac{\overset{\circ}{s}_n}{\overset{\circ}{s}_{n-1}} = 2\frac{r_{n-1}}{r_n}.$$

Hätte man also außer den bereits aufgestellten Bedingungen auch noch

$$r_{n-k} = 2r_{n-k-1}, \quad r_n = 2r_{n-1},$$

d. h. befände sich in jeder Liniengruppe mindestens ein Zweig, dessen Widerstand das Doppelte ist von dem Widerstande eines Zweiges der unmittelbar vorhergehenden Gruppe, so würden alle diese Zweiglinien von gleich starken Strömen durchlaufen, und dabei wäre doch noch immer die Menge der im ganzen Systeme in Bewegung befindlichen Elektricität ein Maximum und ausgedrückt durch

$$\overset{\circ}{\Sigma}_n = \alpha\left(1 - \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2^{n-1}}\right).$$

(Fortsetzung folgt.)



Der Typendruck-Telegraph von Hughes.

(Hierzu die Kupfertafeln XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI und XVII.)

Bekanntlich zerfallen die verschiedenen bisher construirten Typendruck-Telegraphen hinsichtlich der Art und Weise wie die Scheibe, welche an ihrem Umfange die Typen trägt — die Typenscheibe — so eingestellt wird, daß die Type des abzutelegraphirenden Buchstabens sich der Druckvorrichtung gegenüber befindet, damit, wenn diese in Thätigkeit kommt und das Papier gegen die Typenscheibe anhebt, der gedachte Buchstabe darauf sich abdruckt, in zwei verschiedene Gruppen: in solche mit schrittweise fortrückender Typenscheibe und in solche mit continuirlicher, auf beiden correspondirenden Stationen synchroner Rotation der Typenscheiben. Bei ersteren wird durch eine Aufeinanderfolge von Schließungen und Unterbrechungen des die Elektromagnete der Apparate umkreisenden Linien-Stromes die Typenscheibe sprungweise, um je einen Buchstaben fortrückend, herumbewegt, bis die verlangte Stellung erreicht ist, indem ein an dem Anker der Elektromagnete angebrachter Sperrkegel entweder direct auf die Zähne eines mit der Typenscheibe fest verbundenen Steigrades wirkt, oder indem derselbe ein auf die Axe der Typenscheibe wirkendes Uhrwerk auslöst und gleich darauf wieder arretirt, so daß die Scheibe jedesmal nur um je einen Buchstaben fortrücken kann. Bei den anderen werden die Typenscheiben der beiden mit einander correspondirenden Apparate durch 2 Uhrwerke von vollkommen gleichem Gang in continuirliche und synchrone Rotation versetzt, so daß in jedem Augenblicke bei beiden Apparaten die Type desselben Buchstabens sich der Druckvorrichtung gegenüber befindet, und der in die Leitung geschickte Strom hat hier die Function, die Scheiben Behufs des Abdruckes anzuhalten und den Abdruck zu bewirken, sobald der gewünschte Buchstabe jene Stellung erreicht hat.

Der letzteren Gruppe reiht sich der Apparat von Hughes an, er unterscheidet sich indeß von allen Apparaten dieser Gruppe namentlich dadurch, daß das Spiel der Druckvorrichtung einen so außerordentlich kurzen Zeitraum beansprucht, daß es nicht nöthig ist die Typenscheibe anzuhalten, diese vielmehr, ohne ihre Rotation zu unterbrechen oder zu verlangsamen, auf dem Papier sich einfach abwälzt, und der Buchstabe so zusagen im Fluge abgedruckt wird.

Die Apparate sind auf beiden mit einander in Correspondenz stehenden Stationen mit ihren Elektromagneten und ihren Zeichengebern zwischen Leitung und Erde eingeschaltet.

Der Zeichengeber ist eine Tastatur von 28 mit Buchstaben bezeichneten Tasten und die Einrichtung ist — wie unten näher angegeben werden soll — so getroffen, daß, wenn eine Taste niedergedrückt ist, kurze Zeit vor dem Augenblicke wo der dieser Taste entsprechende Buchstabe der Typenscheiben die Stellung dem Druckwerk gegenüber erreicht, die Verbindung mit der Batterie hergestellt wird, in Folge dessen alsdann ein Strom in die Leitung tritt, die Umwindungen der eigenthümlich eingerichteten Elektromagnete durchläuft und durch Vermittelung derselben bewirkt, daß bei beiden Apparaten eine bis dahin ruhende Welle für einen Augenblick mit dem Räderwerk in Eingriff tritt, dadurch mit großer Geschwindigkeit einen ganzen

Umgang macht, dann aber wieder festgehalten wird. Diese Welle hebt bei ihrem Umgange mittelst eines Excentricums das Papier, drückt es gegen die abzudruckende Type und führt es auch in seine ursprüngliche Lage zurück und bei diesem Rückgange schiebt sich gleichzeitig das Papierband um eine Buchstaben-Breite weiter heraus, so daß wieder unbedrucktes Papier über dem Druckwerk sich befindet und der nächste zu druckende Buchstabe neben dem ersten erscheint. Die gedachte Welle trägt ferner einen Daumen von passender Form, der beim Umgange der Welle in die Zähne eines mit der Typenscheibe verbundenen Rades eingreift und dessen Bewegung dadurch regulirt, indem er dieses Rad, und mit ihm die Typenscheibe, etwas zurückhält, wenn sie vorangeeilt, und umgekehrt sie weiterschiebt, wenn sie etwa zurückgeblieben sein sollte; so daß nach Rückgang der Druckwalze die Typenscheiben beider Apparate ihre frühere Geschwindigkeit wiedererlangt haben und gleichzeitig auch wieder in die richtige Stellung gegeneinander gebracht sind. Die Depesche wird also bei beiden Apparaten, sowohl bei dem entfernten, als auch bei dem sprechenden auf das Papierband abgedruckt. Hierdurch wird dem Telegraphirenden die Möglichkeit geboten, nicht nur sich selbst, sondern auch die Wirkungsweise seines Apparates und den Synchronismus des Ganges beider Apparate zu controliren und letzteren durch Vornahme der etwa erforderlichen Adjustirungen zu sichern.

Nach dieser Vorbemerkung wenden wir uns zur näheren Beschreibung des Apparates und seiner einzelnen Theile.

Auf Tafel XI. ist der ganze Apparat ungefähr in halber natürlicher Größe in perspectivischer Ansicht abgebildet. Tafel XII. zeigt eine Oberansicht desselben genau im Maßstabe von $\frac{1}{2}$ der wirklichen Größe; die Tafel XIII. bis XVI. enthalten Detailzeichnungen einzelner Theile, meist in natürlicher Größe.

Ein kleiner aber solider und etwas hoher Tisch trägt den Apparat. An der Vorderseite des Tisches sieht man die Tastatur (Tafel XI.) mit 28 in 2 Reihen von je 14 geordneten Tasten. Die etwas höher hervorragenden und schmälern schwarzen Tasten der hintern Reihe tragen von links nach rechts fortschreitend die Buchstaben A bis N, die weißen Tasten der vorderen Reihe dagegen sind von rechts nach links fortschreitend mit den Buchstaben O bis V und W bis Z bezeichnet, während die weiße Taste links von Z und die zwischen W und V keine Bezeichnung haben. Jede der mit Buchstaben beschriebenen Tasten zeigt außer diesem auch eine Ziffer oder ein Interpunctionszeichen.

Etwas weiter rückwärts steht auf dem Tische ein starkes Gestell von Eisen, dessen Seitenwangen die Achslager der verschiedenen Wellen des Apparats enthalten. Vor dem linken Ende dieses Gestelles steht der Elektromagnet EE. Ein Ansatz der Tischplatte trägt das horizontale conische Pendel P (Tafel XI. und XII.), welches den Gang des Räderwerkes regulirt. W ist ein Schwungrad, welches auf der letzten Welle des Räderwerkes befestigt ist und W_1 eine Bremse zum Arretiren des Laufwerkes. A ist die Typenscheibe, O die Schwärzwalze, D das Druckwerk, dd (Tafel XII.) die Welle, welche das Druckwerk in Activität setzt, wenn sie durch die Einrückung F mit dem Räderwerk in Eingriff gebracht worden; H ist die Papierrolle, hhh das Papierband; C endlich ist die Vorrichtung, welche bei Niederdrückung einer Taste im geeigneten Moment die Batterie mit der Leitung in Verbindung setzt.

Das Gangwerk. Als bewegende Kraft für das Laufwerk dient ein Gewicht von etwa 100 Pfund, welches mittelst einer doppelten Gliederkette in gewöhnlicher Weise auf eine an der Welle w_1 unwandelbar befestigte Kettenscheibe wirkt. Die dadurch erzeugte langsame Drehung dieser Welle überträgt, wie Blatt XII. am deutlichsten zeigt, das auf ihr befestigte Rad R_1 mittelst des Triebes ρ_1 auf eine zweite Welle w_2, welche natürlich im Verhältniß der Zähnezahl von R_1 und ρ_1 schneller rotirt. Diese Welle setzt wiederum durch das Rad R_2 und den Trieb ρ_2 eine dritte Welle w_3, diese in derselben Weise eine vierte Welle w_4 — die Axe der Typenscheibe — in Bewegung und die Welle w_4 endlich wirkt mit dem Rade R_4 auf den Trieb ρ_4 der letzten Welle w_5, welche in Folge der vierfachen Uebertragung außerordentlich schnell rotirt und auf ihrer Verlängerung außerhalb der Gestellwangen, das Schwungrad W trägt. Die letzte genannte Welle — die Schwungradwelle — reicht nicht bis zur vorderen Wange des Gestelles, sondern findet schon in dem Metallstück o ihr vorderes Axenlager und endet dicht vor demselben in der Einrückvorrichtung F, mittelst welcher sie mit der genau in ihrer Verlängerung liegenden Druckwerkwelle d d verkuppelt werden kann. Auch das andere Axenlager der Welle w_5 befindet sich nicht in der hinteren Wange des Gestelles, unter der vielmehr die gedachte Welle frei hindurchgeht, sondern jenseits des Schwungrades in dem Bügel $Q_1 Q_1$.

Die Welle der Typenscheibe w_4 überträgt ferner mittelst einer konischen Verzahnung, gebildet durch zwei vollkommen gleiche und mit gleicher Zähnezahl versehene konische Räder R_5 und R_6, ihre Rotation mit gleicher Geschwindigkeit auf die vertikale Welle das über der Scheibe C rotirenden Läufers L, so daß dieser stets die gleiche Winkelgeschwindigkeit besitzt wie die Typenscheibe.

Zur Regulirung der Geschwindigkeit des Schwungrades resp. des ganzen Laufwerkes, benutzte Herr Hughes früher schwingende Stahllamellen mit verstellbarem Laufgewicht; da diese aber zu häufig sprangen, so wendet er zu dem gedachten Zwecke jetzt ein nach einem Kegelmantel schwingendes horizontales Pendel an. Die Ruthe desselben P_1 ist ein sich konisch verjüngender elastischer Stab von Aluminiumbronce, welcher in horizontaler Lage mit seinem dicksten Ende zwischen Metallbacken $P_2 P_3$ festgeklemmt ist. Auf demselben schiebt sich willig als Linse eine Messingkugel P_0, an welcher ein Stahldrath befestigt ist, der in mehreren losen Schraubengängen um den Aluminiumstab herumgebogen ist und dann unterhalb desselben geradlinig und parallel mit demselben durch den Einschnitt in der Metallbacke P_3 frei hindurchgeht und hinter diesem an der Zahnstange $p_2 p_2$ befestigt ist, auf welche der Knopf p_0 mittelst des Triebes p_1 wirkt, wie die Skizze Figur 3 zeigt. Durch Drehung des Knopfes p_0 verschiebt man also die Kugel P_0 längs der Pendelruthe und kann so die wirksame Pendellänge und die Oscillationsdauer des Pendels nach Bedürfniß adjustiren.

Das freie Ende der Pendelruthe wird von einem auf der Schwungradaxe w_5 befestigten Gelenkarm lose umfaßt und die Elasticität der Ruthe gestattet, daß es durch diesen mit herumgenommen, die Ruthe selbst also in konische Pendelschwingungen versetzt wird, sobald jene Axe rotirt. Jener Gelenkarm trägt zugleich ein Excentricum, welches einen Bremsklotz in dem Maße stärker gegen die cylindrische Innenwand des Bremsringes Q andrückt, als bei wachsender Rotationsgeschwindigkeit die Kugel P_0 in Folge der Centrifugalkraft sich weiter aus der Mittellinie der Oscillationen zu entfernen strebt, wodurch die Geschwindigkeit ent-

sprechend ermäßigt und in eine möglichst gleichförmige umgewandelt wird. Die Tafel XIII. zeigt in Fig. 4. und 5. diese Theile in natürlicher Größe, wie sie einem hinter dem Apparat stehenden Beschauer erscheinen: Fig. 4. ist eine Seitenansicht, Fig. 5. die Oberansicht. w_6 ist die Schwungradwelle, W das Schwungrad, QQ der Bremscylinder, dessen obere Hälfte in Fig. 5 fortgeschnitten ist, um die inneren Theile sichtbar zu machen. P_1 ist das freie Ende der Pendelruthe. An dem verlängerten Zapfen der Welle w_6 ist mit einer Schraube der Arm v befestigt, der an seinem freien Ende eine der Axe w_6 parallele cylindrische Büchse v_0 besitzt; an diesem Arm ist ferner die Feder φ befestigt, welche an ihrem mittleren Theil einen Ring mit cylindrischer Innenfläche φ_1 und an ihrem Ende den Bremsklotz φ_0 trägt; die Gestalt dieser Feder ist aus der Abbildung ersichtlich. Ein zweiter Arm v_2 umfaßt mit einer Oese lose das Ende von P_1 und dreht sich um einen cylindrischen Zapfen, der in der Durchbohrung der Büchse v_0 spielt und unterhalb derselben, nahe senkrecht gegen die Richtung von v_2, einen Daumen v_1 trägt; dieser Daumen befindet sich innerhalb des Ringes φ_1 der Feder, aber in excentrischer Lage.

Solange das Schwungrad in Ruhe ist, strebt die Ruthe P_1 ihr freies Ende der Axe von w_6, in deren Verlängerung ihr Befestigungspunkt liegt, möglichst zu nähern und legt dasselbe, wie Fig. 5. zeigt, hart gegen den Abschnitt des Armes v; sobald aber die Rotation beginnt, entfernt sich P_1 nach Maßgabe der Geschwindigkeit mehr und mehr von der Rotationsaxe, hebt dabei den Arm v_2 von v ab, drückt mittelst des Daumens v_1 gegen die Feder φ, preßt den Bremsklotz φ_0 gegen die Innenfläche des Bremscylinders, und erzielt so die erforderliche Verzögerung.

Die Vorrichtung regulirt also, theils durch das konische Pendel, welches ja bekanntlich seine Oscillationen in gleichen, von der Länge des Pendels bedingten Zeitabschnitten vollbringt, theils durch den Bremsklotz, die Bewegung des Laufwerkes der Art, daß dieselbe gleichförmig wird und daß ein Umgang der Schwungradwelle genau einer Oscillationsdauer des konischen Pendels entspricht. Verkürzt oder verlängert man die Pendellänge, indem man durch Drehung des Knopfes p_0 die Kugel P_0 längs der Pendelruthe verschiebt, so nimmt auch die Geschwindigkeit des Laufwerkes und in Specie die der Typenscheibe zu, respective ab, bleibt aber für jede bestimmte Stellung der Kugel immer eine gleichförmige. Man kann also mittelst des Knopfes p_0 mit großer Leichtigkeit und mit großer Sicherheit die Umlaufsgeschwindigkeit der Typenscheibe auf jedes gewünschte Maß — innerhalb gewisser Grenzen — reguliren. Die Bremsvorrichtung hindert zugleich das Pendel an zu weitem Ausschwingen und schützt dasselbe einigermaßen gegen zu plötzliche Aenderungen seiner Geschwindigkeit, welche ein Brechen der Stange herbeiführen würden. Ein derartiger Unfall kommt übrigens dessenungeachtet doch ab und zu vor.

Um die Bewegung des Laufwerkes ganz zu hemmen, steht ferner neben dem Schwungrade eine Bremsfeder, welche bei vertikaler Stellung des Hebels W_1 durch eine excentrische Scheibe gegen das Schwungrad gepreßt wird und durch Reibung dessen Bewegung hemmt, von demselben aber zurücktritt und dasselbe freiläßt, wenn der Hebel W_1 horizontal gelegt wird.

Erwähnenswerth ist noch der Mechanismus zum Aufziehen des das Laufwerk bewegenden Gewichtes: derselbe ist in der Skizze Fig. 4 auf Tafel XII. veranschaulicht.

Die über die Kettenscheibe der Welle w_1 liegende Kette läuft natürlich in sich zurück und ist, wie gewöhnlich, über eine zweite unterhalb des Tischblattes befindliche Kettenscheibe k_1

gelegt, so daß sie zu beiden Seiten dieser zweiten Kettenscheibe in Schleifen herabhängt, deren linke mittelst einer Rolle das schwere Treibgewicht des Apparates ξ trägt, während in die andere ein leichtes Gegengewicht eingehängt ist, welches nur den Zweck hat diesen Theil der Kette straff zu halten und ein Verschlingen dieser Schleife zu verhüten. ν, ν sind bloße Führungsrollen. Eine an dem Tischgestell befestigte Sperrklinke $\varkappa$ wird durch eine Feder in die Zähne des mit der Kettenscheibe fest verbundenen Sperrrades ii gedrückt und verhindert die Drehung der Kettenscheibe im Sinne des Treibgewichtes ξ, läßt aber ihre Drehung in entgegengesetzter Richtung zu. Auf die Axe von k_1 ist lose aufgeschoben eine dritte Kettenscheibe k_2 — in der Skizze der größeren Deutlichkeit wegen bedeutend kleiner gezeichnet als die andere — welche einen Fortsatz mit einer Sperrklinke $\varkappa_1$ trägt, welche ebenfalls in die Zähne des Rades ii einfällt. Ueber dieser dritten Kettenscheibe liegt ein kurzes Kettenstück, welches einerseits an das freie Ende einer unter dem Tische horizontal befestigten starken Spiralfeder, anderseits aber an die Zugstange eines gewöhnlichen Trittbrettes sich anschließt. Tritt man auf dieses Brett, so wird dadurch zunächst die Kettenscheibe k_2 gedreht, diese nimmt aber die Scheibe k_1 mit, da sie mit derselben für diese Bewegungsrichtung durch die Sperrklinke $\varkappa_1$ verbunden ist, und das Gewicht wird etwas gehoben. Hört der Druck auf das Trittbrett auf, so hält die Sperrklinke $\varkappa$ die Scheibe k_1 auf und verhindert deren Rückgang. Die Scheibe k_2 aber wird jetzt durch die Spiralfeder in ihre frühere Lage zurückgeführt, wobei ihre Sperrklinke $\varkappa_1$ über die schrägen Seiten der Zähne des Rades ii fortgleitet und eine Anzahl Zähne rückwärts von ihrer ersten Lage wieder bleibend einfällt, so daß durch einen zweiten Tritt auf das Brett das Gewicht wieder um ebensoviel wie vorher gehoben werden kann. Ist das Gewicht beinahe ganz abgelaufen, so löst das Gegengewicht einen Sperrkegel aus, gegen den es dann trifft, und läßt dadurch eine Warnungsglocke ertönen.

Der Zeichengebe-Apparat. Er besteht aus 2 Haupttheilen: der Tastatur, deren äußere Anordnung wir schon oben andeuteten, und der Stiftscheibe C nebst dem rotirenden Läufer L mittelst deren die Tasten in das Spiel des Apparates eingreifen. Man sieht diese Theile auf Tafel XI. XII. und ihre Einzelheiten auf Tafel XIV. Fig. 7, 8, 9 und 10. C ist eine kreisrunde auf der Platte des Tisches befestigte Metallscheibe, welche nahe an ihrem Umfange, im Kreise herum und in gleichen Abständen von einander, 28 radiale schmale rechteckige Durchbrechungen, entsprechend den 28 Tasten, besitzt; in jedem dieser Schlitze spielt ein Stift, der durch einen Hebel mit einer der Tasten in Verbindung steht. Bei der Ruhelage der Tasten ragen die Köpfe dieser Stifte nur wenig aus der Scheibe C hervor, so daß der Läufer frei über dieselbe hinweggehen kann; sobald aber eine Taste niedergedrückt wird, hebt sich der Stift in dem zugehörigen Schlitz und tritt in den Weg des Läufers. Im Centrum der Scheibe C steht die vertikale Axe, an welcher der Läufer L befestigt ist; sie wird, wie wir schon sahen, von der Typenradwelle in Bewegung gesetzt und rotirt mit der gleichen Geschwindigkeit wie diese. Die Figuren 9 und 10 auf Tafel XIV. zeigen den Läufer und den unteren Theil seiner Drehungsaxe in natürlicher Größe. Die Axe ist am Befestigungspunkte des Läufers unterbrochen und durch eine Zwischenlage aus gehärtetem Kautschuk von ihrem unteren Ende nebst Zapfen isolirt; an der oberen Hälfte der Axe ist das Metallstück L mit den Backen L_0 unwandelbar und leitend befestigt. Zwischen den Backen L_0 L_0 befindet sich die Klappe L_1, welche um 2 durch die Backen gehenden Schraubenspitzen in

vertikaler Richtung drehbar ist; das Klötzchen u verhindert, daß diese Klappe nicht zu weit aufschlagen kann, eine an L befestigte Feder drückt die Klappe nach unten und legt für gewöhnlich die mit Platin armirte Spitze der sie durchbohrenden Schraube t gegen die darunter befindliche an dem untern Theile der Axe befestigte und von den oberen Theilen des Läufers vollkommen isolirte schmale Metallschiene xx, die an der Contactstelle ebenfalls mit Platin belegt ist. Die äußere Seite der Klappe ist abgerundet nach einem Kreisbogen, der die Drehungsaxe zum Mittelpunkt hat, sie trägt eine abwärts gekehrte, ebenfalls nach einem Kreisbogen gebogene Stahlschiene — die Reiberschiene — r, deren horizontale Unterkante am vorderen Ende (im Sinne der Bewegung) nach oben rundlich abgeschrägt ist. Der Abstand der Unterkante dieser Reiberschiene von der Scheibe C läßt sich mittelst der Schraube t beliebig reguliren. Unterhalb der Schiene x ist endlich ein Metallstück isolirt an derselben befestigt, welches in geringem Abstande über der Scheibe C die horizontale Schreichschiene ss trägt, deren Gestalt aus Figur 10 Tafel XIV. ersichtlich. Die leitende Verbindung zwischen der oberen, X und der unteren Hälfte X_1 der Axe wird also lediglich durch den Contact der Schraube t mit der Schiene xx vermittelt, sie ist unterbrochen, wenn die Klappe L_1 gehoben wird. Dies bewirken die Stifte der niedergedrückten Tasten, wie unten näher gezeigt werden soll.

Der Zapfen der untern Axhälfte X_1 läuft in einer durch Kammmaße von der Scheibe C isolirten Messingbüchse yy, deren Boden durch einen Drath y_1 mit der Erde verbunden ist; das Innere dieser Büchse, soweit es nicht von dem Zapfen X_1 erfüllt wird, enthält eine starke Spiralfeder, welche die Läuferaxe fest gegen ihr oberes Zapfenlager drückt und zugleich die leitende Verbindung zwischen dem Zapfen X_1 und der Büchse y sichert.

An die Unterseite der Scheibe C schließt sich eine an der Tischplatte befestigte Metallbüchse Y Fig. 8 und 9 von nahe gleichem Umfange wie die Scheibe und etwa 2 Zoll Höhe; dieselbe ist unten offen und hat am unteren Rande rings herum 28 etwa $\frac{1}{2}$ Zoll tiefe rechteckige Einschnitte $\sigma\sigma$ genau auf den Radien der Oeffnungen η der Scheibe C; dicht über diesen Einschnitten befindet sich in der Büchse Y ein Boden, der in der Mitte eine größere centrale Oeffnung besitzt, welche die Büchse yy frei hindurch treten läßt, außerdem aber genau unter jedem der 28 radialen Schlitze η der Scheibe C mit einer ähnlichen, aber etwas kürzeren rechteckigen Oeffnung durchbrochen ist: in diesen finden die unteren Zapfen der schon mehrfach erwähnten Stifte der Scheibe C ihre Führung. Die Gestalt dieser Stifte q ist aus der Fig. 9 ersichtlich; eine von ihren oberem Ende zum Rande der Centralöffnung des Bodens von Y gespannte starke Spiralfeder ψ zieht dieselben nach unten und gegen den Mittelpunkt der Scheibe hin, so daß sie in ihrer Ruhelage mit dem untern Absatz auf den Boden von Y sich aufsetzen, oben aber mit den Enden ihrer Zapfen in den innersten Theil der Oeffnungen η der Scheibe C sich hineinlegen, und dann kaum aus der Scheibe C hervorragen. In die 28 Randeinschnitte σ der Büchse Y treten die Enden von ebensoviel zweiarmigen Hebeln ϑ, welche, wie in der Skizze Fig. 7 angedeutet, so gebogen sind, daß das andere Ende eines jeden dieser Hebel unter einer der Tasten sich befindet, und mit einem Stift ϑ_1 sich gegen dieselbe legt. Die Skizze Figur 8 zeigt einen dieser Hebel. Die Länge des Stiftes ϑ_1 ist so gewählt, daß auch in den Ruhelagen der Tasten die hinteren Enden der Hebel aus den zugehörigen Randeinschnitten σ nicht ganz heraustreten, während beim Niederdrücken

einer Taste das hintere Ende des unter derselben liegenden Hebels in die Höhe geht, tiefer in seinen Randeinschnitt hineintritt und den zugehörigen Stift q hebt. Derselbe tritt alsdann nur soweit hinauf, daß sein schräger Absatz sich gegen die Unterkante der Oeffnung η legt und nimmt die in der Skizze Fig. 9_a mit ausgezogenen Linien angegebene Lage an; sein Kopf befindet sich dann im Bereich der Streichschiene s, diese trifft, wenn der Läufer bei seinem Umgange die betreffende Stelle erreicht, mit ihrem abgerundeten vorderen Ende gegen die dem Mittelpunkt zugekehrte ebenfalls abgerundete Seitenfläche des Stiftes und schiebt denselben weiter nach außen bis unter die Reiberschiene r, wobei gleichzeitig der Stift noch etwas weiter heraustritt und die in der Skizze 9_a punktirt angedeutete Lage annimmt. Die Reiberschiene r gleitet alsdann mit ihrer abgeschrägten vorderen Kante über den abgerundeten Kopf des Stiftes in die Höhe und setzt sich auf denselben; dadurch wird die Klappe L_1 etwas gehoben und der Contact zwischen x und t aufgehoben und da die sämmtlichen Stifte q mit dem Pole einer, mit ihrem anderen Pol an Erde gelegten Batterie, die Klappe L_1 und die obere Axhälfte X aber mit den Umwindungen des Elektromagnets und durch diese mit der Leitung in Verbindung stehen, so tritt jetzt während die Reiberschiene r über den Kopf des Stiftes q hingleitet, ein Strom in die Leitung und zwar geschieht dies, kurz bevor die der niedergedrückten Taste entsprechende Type der Typenscheibe die Stelle über der Druckwalze erreicht. Sobald die Schiene r ganz über den Kopf des Stiftes q fortgegangen ist, fällt die Klappe L_1 wieder herunter und stellt die Verbindung zwischen Leitung und Erde wieder her; darauf schiebt die Streichschiene den Stift noch weiter nach außen und bringt ihn ganz außer dem Bereich des Läufers, er hebt sich dabei, wenn fortwährend der Druck des Fingers auf der betreffenden Taste lastet, noch mehr, tritt mit seiner ganzen Breite, welche der Länge der Oeffnung nahe gleich ist, in diese und nimmt die in Fig. 9 punktirt angedeutete Stellung an. Der auf der Taste ruhende Finger spürt es an dem Nachgeben der Taste, sowohl wenn der Läufer den Stift erreicht, als auch wenn er ihn wieder verläßt: der betreffende Buchstabe ist jetzt abtelegraphirt, die Taste kann losgelassen werden. Geschieht dies nicht, so wird gleichwohl bei einem neuen Umgange der Läuferaxe der Buchstabe nicht noch einmal abgedruckt; der Läufer passirt die betreffende Stelle ohne gehoben zu werden und ohne einen neuen Strom von dem Stifte zu erhalten, da letzterer jetzt ganz außerhalb seiner Bahn liegt und nicht mit der Schiene r in Berührung kommt. Wird die Taste losgelassen, so zieht die Spiralfeder ψ den Stift q und mittelst desselben auch den Hebel ϑ und die Taste in die Ruhelage zurück.

Der Elektromagnet. Der Elektromagnet hat eine von der gewöhnlichen durchaus abweichende Construction. Die aus weichem Eisen bestehenden Kerne sind nicht durch ein eisernes Mittelstück zu einem Hufeisen verbunden, sondern getrennt von einander auf die beiden Pole eines kräftigen Stahlmagneten von Hufeisenform aufgesetzt, welcher in vertikaler Lage in die Tischplatte eingelassen und in unserer Zeichnung daher nicht sichtbar ist. Sie bilden also die Verlängerungen dieser Pole und besitzen an ihren oberen Enden: der eine einen permanenten Nordpol, der andere einen permanenten Südpol. Der über ihnen befindliche, an einem um die horizontale Axe E_2 drehbaren Arm befestigte kleine Eisenanker E_1 wird also stets angezogen und liegt an den Kernenden an, so lange kein Strom in den Umwindungen circulirt; sobald aber in den Umwindungen ein galvanischer Strom von solcher Richtung auftritt, daß er in den Kernen eine der wirklich vorhandenen entgegengesetzte Polarität zu erzeugen



strebt, und die Magnetstärke derselben schwächt, wird auch die Kraft der Anziehung geringer und es vermag alsdann die am Ankerhebel befestigte und mit ihrem freien Ende gegen die Stellschraube e_1 sich stützende Feder e den Anker abzureißen. Damit dies leichter geschieht und der Anker nicht zu fest an den Kernen haftet, pflegt man ein Blatt Papier über die Stirnflächen der letzteren zu legen. Die Function des Wiederanziehens des Ankers, wenn der Strom aufhört, ist im vorliegenden Falle dem Elektromagneten abgenommen; vielmehr wird dies, wie wir unten sehen werden, von dem Apparat auf mechanischem Wege bewirkt. Hieraus entspringt ein sehr wesentlicher prinzipieller Vorzug der Elektromagnetconstruction von Hughes gegenüber der gewöhnlichen: während bei letzterer die Federspannung so zu reguliren ist, daß sie den Anker beim Aufhören des Stromes abzureißen vermag, aber anderseits beim Eintritt des Stromes auch die Anziehung des Ankers aus dessen Ruhelage gestattet, also gegen die mit der Lage des Ankers und mit den Schwankungen des Stromes sehr wechselnde Kraft der Ankerziehung, der sie entgegenzuwirken hat, merklich zurücksteht, selbst wenn diese ihren geringsten Werth hat, steht bei der Construction von Hughes die Gegenkraft der Feder einer fast unveränderlichen und von der Stärke des Linienstromes unabhängigen Kraft gegenüber, der Kraft nämlich, mit welcher der permanente Magnet in geringer, stets gleichbleibender Entfernung seinen Anker angezogen erhält; man kann sie also bei der Regulirung dieser constanten Anziehungskraft beliebig nähern und erzielt dadurch nicht nur eine bedeutend größere Empfindlichkeit, sondern auch eine größere Sicherheit des Arbeitens; die Schwankungen des Linienstromes sind von geringem Einfluß, derselbe bewirkt, bei geeigneter Richtung, stets das Abreißen des Ankers, mag er stark oder schwach sein, sofern seine Stärke nur nicht unter den Minimalwerth sinkt, für den die Gegenkraft regulirt ist und seine Dauer nicht zu kurz ist.

Das Adjustiren der Gegenkraft geschieht theils durch Anspannen der Feder e mittelst der Schraube e_1, theils durch Schwächung der Magnetkraft der Kerne mittelst eines an die Pole des Stahlmagnets oder an die unteren Enden der Kerne angelegten Eisenankers. Es dient dazu das keilförmig geschnittene Eisenstück g, Fig 21 und 22, durch dessen Verschiebung der gewünschte Erfolg leicht erreicht wird.

Wird durch einen in die Leitung tretenden Strom der Anker losgelassen, so wird er durch die Feder e mit Kraft gegen den über ihm befindlichen Stift G_1 des Hebels G geworfen, und hebt diesen; der andere Arm G_6 dieses Hebels geht abwärts und löst dadurch das Klinkwerk F aus, welches jetzt die Schwungradwelle w_5 für die Dauer eines Umganges mit der in ihrer Verlängerung liegenden Druckwerkwelle d verkuppelt.

Die Druckwerk- oder Daumenwelle und die Vorrichtung zum Einrücken derselben. Die **Druckwerkwelle**, auch **Daumenwelle** genannt, weil sie 4 Daumen trägt, welche die Bewegung des Druckwerkes bewirken und die Stellung des Typenrades corrigiren, hat ihr eines Axlager in dem Metallstück T Tafel XI u. XII und das andere in der vorderen Gestellwange. Der jenseits dieser Wange im Innern des Apparates liegende Theil dieser Welle schwebt frei; er endet unmittelbar vor der in seiner Verlängerung liegenden Schwungradwelle w_5 und trägt hier, unwandelbar befestigt, das Querstück FF, dessen Gestalt aus den Fig. 21 und 23 der Tafel XVI. ersichtlich ist. Auf der Schwungradwelle w_5 selbst ist unmittelbar an deren Ende, also diesseits des Axlagers dieser Welle und dicht neben dem Stück F ein Sperrrad zz mit seinen sägenförmig geschnittenen Zähnen befestigt. Die Fig. 21, 22, 23 der

Tafel XVI. zeigen diese Theile in natürlicher Größe: Fig. 21 ist die Vorderansicht, Fig. 22 die Oberansicht und Fig. 23 die Ansicht der Rückseite, vom Schwungrade aus gesehen. Der eine Arm des Querstücks F hat an der vorderen Seite einen Fortsatz F_2, der von dem Ende G_0 des Hebels G gefangen werden kann, an der hinteren, dem Zahnrad z z zugekehrten Seite aber trägt er einen um einen Stift drehbaren Sperrkamm n, Fig. 21 und 22, dessen Zähne in die des Rades z z passen; an dem anderen Arme von F ist eine Feder f befestigt, welche diesen Sperrkamm gegen das Rad z z drückt. Das freie Ende der Sperrklinke n besitzt ferner einen nach hinten gekehrten Fortsatz n_1 von der Gestalt eines dreiseitigen Prisma mit abwärts gekehrter Schneide; ein ähnliches Prisma m aber mit nach oben gekehrter Schneide, ist an dem Ständer, welcher das Axlager der Schwungradwelle trägt, fest angebracht, dasselbe tritt so weit vor, daß der Fortsatz n gegen dasselbe stößt, wenn er beim Umgange der Welle d die betreffende Stelle erreicht. Der mittlere Theil von F endlich trägt an der Vorderseite eine vorstehende halbkreisförmig gebogene Leiste F_1, deren Dicke an beiden Enden allmählig geringer wird, sodaß die Außenseite eine etwas excentrische Fläche bildet, welche beim Umgange von F unter die abgerundete untere Kante von G_2 greift und diese hebt. Das rechte Ende des Hebels G ist, wie aus Fig. 22 ersichtlich, gegen das Querstück F hin gekröpft, sodaß der abgerundete Kopf G_2 und der Absatz von G_0 in den Bereich der Nase F_2 treten. Eine am Gestell des Apparats befestigte Feder l drückt mittelst des Stiftes l_1 gegen einen auf der dem Elektromagnet zugekehrten Seite an der Axe des Hebels G befestigten Arm l_2, und strebt den linken Arm des Hebels mit dem Stifte G_1 abwärts zu bewegen und legt, da die Nase F_2 hinter den Absatz G_0 gefaßt hat und den weiteren Niedergang von G_1 verhindert, den Hebel fest gegen jene Nase. Uebrigens hat diese Feder nur einen beschränkten Spielraum; sie wirkt nur in der oben angegebenen Ruhelage des Hebels, oder wenn G_1 in die Höhe geschnellt ist, nicht aber während G_1 den Anker an die Kerne andrückt. Die Stütze r unter dem anderen Hebelarm fängt diesen auf und verhindert, daß G_2 nicht zu tief heruntergeht, wenn der abreißende Anker den Hebelarm G_1 in die Höhe schnellt.

Im Ruhezustand des Hebels G, wenn kein Strom in der Leitung circulirt und die Daumenwelle nicht eingerückt ist, haben die Theile die Stellung, welche in Fig. 21 gezeichnet ist. Die Nase F_2 hat hinter den Absatz G_0 gefaßt und verhindert, daß G_0 durch die Feder l weiter gehoben wird; der Stift G_1 befindet sich nahe über dem Anker des Elektromagnets, aber außer Berührung mit demselben. Der Fortsatz n_1 der Sperrklinke hat die Oberkante des festen Prisma m passirt, seine Schneide liegt auf der dem Elektromagnet zugekehrten schrägen Fläche desselben und drängt die Nase F_2 gegen den Absatz G_0, kann aber selbst nicht heruntergleiten, so lange F_2 festgehalten wird; die Sperrklinke n ist also gehoben und ihre Zähne sind außer Eingriff mit dem Rade z z. Dieses rotirt frei.

Tritt aber nun ein Strom von passender Richtung in die Leitung, so wird der Anker abgerissen, der Arm G_1 wird in die Höhe geschnellt, G_0 geht nieder; dadurch wird die Nase F_2 frei, der Fortsatz n_1 gleitet längs der schrägen Fläche des Prisma m herunter und schiebt F_2 über den hintern Theil von G_0 fort, und der Kamm n tritt in Eingriff mit den Zähnen des Rades z z; die beiden Wellen sind dadurch verkuppelt und d nimmt nun an der Rotation von w_5 Theil, wird aber nach einmaligem Umgange wieder ausgelöst und festgehalten. Sobald die Nase F_2 über den Kopf G_0 fortgegangen ist und dieser frei geworden, könnte der Arm

G_1 unter dem Drucke der Feder l niedergehen, wenn nicht diese Feder zur Zeit noch gegen den Stoß des aufschnellenden Ankers und den Druck der Spannfeder e anzukämpfen hätte; nachdem aber die Welle d die erste Hälfte ihres Umganges zurückgelegt hat, faßt die Bogenleiste F_1 unter den Fortsatz G_2, hebt diesen, dabei anfangs noch unterstützt von der Feder l, drückt dadurch den Arm G_1 nieder und legt mittelst desselben den Anker E_1 wieder gegen die Kerne. Der Strom hat, wie wir später sehen werden, in dem Augenblick, wo der Arm E_1 den Stift G_1 berührt, also unmittelbar nachdem er seine Wirkung auf den Elektromagnet vollbracht hat, eine Nebenschließung erhalten; er circulirt jetzt nicht mehr durch die Umwindungen, die Kerne haben ihren normalen Magnetismus bereits wieder erlangt und vermögen den Anker wieder festzuhalten. Gegen Ende des ersten Umganges der Welle d stößt dann die Nase F_2 gegen die abgerundete obere Fläche von G_2, drückt dieses Hebelende etwas herunter, unterbricht dadurch die Berührung des Stifts G_1 mit dem Anker und setzt sich wieder gegen den Absatz G_0. Gleichzeitig ist der Fortsatz n_1 an der rechten schrägen Fläche des Prisma m in die Höhe gestiegen bis etwas jenseits der Schneide und hat dabei den Kamm n aus den Zähnen des Rades zz ausgehoben. Letzteres rotirt wieder frei und die Welle d ist wieder in ihrer ursprünglichen Lage festgehalten, nachdem sie einen vollen Umgang gemacht. Sie verharrt in dieser Lage, bis ein zweiter Strom eintritt, wo dann das vorerwähnte Spiel von Neuem beginnt.

Da der Umgang der Welle d mit außerordentlicher Geschwindigkeit erfolgt, so trifft die Nase F_2 mit einem heftigen Stoß gegen G_2, der leicht dieses Hebelende viel tiefer als nöthig herabschleudern und dadurch Anlaß sein könnte, daß F_2 ohne gefangen zu werden, über den Absatz G_0 fortgeht, und die Welle d dann noch einen Umgang vollführt. Dies verhindert die halbkreisförmig gebogene Leiste F_1, welche in dem Augenblicke, wo der Stoß erfolgt, unter G_2 sich befindet und den Hebel auffängt. Erst unmittelbar ehe die Nase F_2 gegen den Absatz G_0 sich legt, ist das Ende der Leiste F_1 unter G_2 passirt, und hat den Hebel frei gelassen, sodaß der nächste Linienstrom ihn wieder abwärts bewegen kann.

Die 4 Daumen der Welle d befinden sich sämmtlich an der Vorderseite des Apparates, zwischen den beiden Axlagern dieser Welle. Die Figuren 16 und 17 auf Tafel XV. zeigen diesen Theil der Welle in natürlicher Größe; Fig. 16 ist eine Endansicht, Fig. 17 eine perspectivische Seitenansicht derselben. Der vorderste Daumen, α, hebt das Druckwerk gegen die Typenscheibe; die Schnecke δ bewirkt das Weiterrücken des Papierbandes; c ist der Correctionsdaumen, welcher sich beim Umgange der Welle corrigirend in eine Zahnlücke des Correctionsrades legt; der nach hinten gerichtete Stift μ endlich wirkt gegen den Arm U_2 des Unterbrechungshebels U und hebt diesen wieder in die Höhe, wenn er niedergedückt war. Wir werden die Wirkungsweise dieser 4 Daumen in Folgendem noch näher kennen lernen.

Das Druckwerk und die Papierbewegung. Die betreffenden Theile sind in den in natürlicher Größe ausgeführten Fig. 13, 14, 15 der Tafel XV. sichtbar. Die Hauptheile sind zwei hintereinander liegende, um dieselbe Axe S drehbare Hebel, deren einer D_1 die Druckwalze D trägt, während an dem andern K ein Sperrhaken befestigt ist, der in ein mit der Druckwalze verbundenes Sperrrad D_0 eingreift. Diese beiden Hebel sind der größeren Deutlichkeit wegen in der Fig. 20 auf Tafel XVI. besonders skizzirt. Die Druckwalze hat in der Mitte, den Typen der Scheibe gegenüber, einen glatten gepolsterten Gürtel; zu jeder

Seite dieses eigentlichen Druckcylinders je 2 Kränze von feinen, sehr spitzen und über das Druckpolster ein wenig hervorragenden Zähnen und an diese schließt sich an der Hinterseite das ebenfalls fest mit der Walze verbundene Sperrrad D_0; die ganze Walze ist um einen an dem unteren Fortsatze des Hebels in horizontaler Lage befestigten Dorn frei beweglich. Die 4 scharf gezahnten Scheiben sollen bloß eine rauhe Fläche erzeugen, welche das Papierband festhält und ein Gleiten desselben verhindert. Ueber ihnen liegen auf dem Papierbande zwei, der Krümmung der Walze entsprechend gebogene Messingbügel, welche durch eine an dem Hebel D_1 befestigte gabelförmig ausgeschnittene Feder λ gegen das Papierband gedrückt werden, so daß dieses zwischen diesen Bügeln und den Zahnscheiben fest gefaßt wird. Durch die von Druck dieser Bügel erzeugte Reibung wird gleichzeitig eine jede zufällige Drehung der Druckwalze in den Momenten, wo der Sperrhaken K_1 dieselbe frei gelassen hat, verhindert.

Zur Führung des Papierbandes ist ferner noch an dem besprochenen Hebel die kleine Rolle D_2 befestigt. Dasselbe geht von der Vorrathsrolle H zunächst durch die Oese des aufwärts federnden Messingblechstreifen H_1, dann unter der Rolle D_2 hinweg und über die Druckwalze; das bedruckte Ende legt sich in die offene Rinne H_2.

Das gabelförmige linke Ende des Hebels D_1 umfaßt die Daumenwelle d an der Stelle wo diese den — in der Ruhelage aber abwärts gekehrten — Druckdaumen α trägt. Der Hebel ist übrigens um seine Axe S vollkommen frei beweglich und keinerlei Federkraft unterworfen; er legt sich, nur durch sein eigenes Gewicht heruntergezogen, mit der abwärts gekehrten Spitze der oberen Zacke seines gabelförmigen freien Endes gegen den Schaft der Welle d, wenn er nicht durch den Daumen α gehoben wird.

Der hinter D_1 liegende, aber um dieselbe Axe drehbare Hebel K wird durch die Feder K_0, welche, wie Fig. 13 und die Skizze 13a zeigt, unter einen an der Hinterseite des Hebels angebrachten Stift greift, in die Höhe gehoben und mit der an seinem freien Ende befindlichen Nase gegen die Schnecke δ gedrückt. Der abwärts gekehrte Arm von K trägt den beweglichen Sperrhaken K_1, der, wie in Fig. 14 ersichtlich, durch eine Spiralfeder in die Zähne des Sperrrades der Druckwalze gedrückt, aber durch den Stift K_2 an zu tiefem Einfallen in dieselben gehindert wird.

In der Ruhelage der Daumenwelle haben die Theile die Stellung zu einander, welche in Fig. 15 Tafel XV. gezeichnet ist. Der Druckwerkdaumen α ist nach unten gekehrt; die Schnecke drückt mit ihrem höchsten Punkte gegen die Nase von K und hält diesen Hebel heruntergedrückt, der Sperrhaken K_1 hat in das Rad D_0 eingefaßt. Macht nun die Daumenwelle in Folge eines in der Linie circulirenden Stromes einen Umgang, so läßt zunächst die Schnecke δ den Hebel K frei, dieser schnellt rasch in die Höhe, mit ihm auch der Sperrhaken K_1 und die Druckwalze erhält den nöthigen Spielraum, sich nach oben zu bewegen. Hat die Welle die erste Hälfte ihres Umganges beinahe vollbracht, so faßt der Daumen α den Hebel D_1 hebt ihn rasch bis zur Berührung des Papiers mit der darüber befindlichen eingeschwärzten Type und läßt ihn dann plötzlich wieder fallen. Unmittelbar darauf beginnt die Schnecke δ den Hebel K allmählig wieder niederzudrücken: mit ihm geht auch der Sperrhaken K_1, der inzwischen am Sperrrade D_0 einen Zahn weiter gegriffen hatte, wieder herunter, nimmt dabei das Rad D_0 mit, dreht es um einen Zahn und bewirkt so, daß die eben bedruckte Stelle des Papierbandes um eine Typenbreite herausrückt und wieder unbedrucktes Papier unter der

Typenscheibe sich befindet. Wenn die Daumenwelle ihren Umgang ganz vollbracht hat, haben alle Theile ihre frühere Lage wieder eingenommen.

Die Daumenwelle rotirt bei den gegenwärtig in Betrieb stehenden Apparaten 7mal schneller als die des Typenrades und da letztere gewöhnlich 2 Umgänge in der Secunde macht, so wird jene einen Umgang in $\frac{1}{14}$ Secunden vollbringen.

Während sie einen Umgang macht, werden 4 Zähne des Correctionsrades, also auch 4 Buchstaben-Typen der Scheibe die Druckstelle passiren; der zweite oder dritte derselben, je nach Construction und Adjustirung des Apparates, wird wirklich abgedruckt. Es muß also bei der Adjustirung des Apparates dafür gesorgt werden, daß die Verbindung der Batterie mit der Leitung im Stromgeber C um eine gewisse, für jeden Apparat constante Zeit früher erfolgt, als die Type der angeschlagenen Taste die Druckstelle erreicht. Das Drucken selbst nimmt nur einen geringen Bruchtheil eines Umganges der Daumenwelle in Anspruch; seine Dauer, d. h. die Zeit, während welcher das Papier die Type berührt, beträgt nur etwa $\frac{1}{260}$ Secunde.

An dem Correctionsdaumen c liegt, so lange er sich in seiner Ruhelage befindet, eine isolirt am Apparatgestell befestigte Stahlfeder c_1 an, deren Function wir später kennen lernen werden. Man sieht dieselbe in den Oberansichten Tafel XII. sowie in Fig. 13 auf Tafel XV., wie auch in den Seitenansichten Tafel XI. und Fig. 15 auf Tafel XV.; sie ist, wie in Fig. 13 angedeutet, der Länge nach gespalten, die beiden Hälften haben indeß keine verschiedene Functionen, sie berühren beide nur den Correctionsdaumen in dessen Ruhelage. Es soll durch das Aufschlitzen der Feder lediglich die Gefahr der Unterbrechung des Stromweges bei dem häufig vorkommenden Springen derselben gemindert werden; in der That wird in der Regel nur eine der beiden Zinken brechen und die andere dann einstweilen allein functioniren, bis man Gelegenheit gefunden hat, dieselbe gegen eine neue Feder auszuwechseln.

Die Typenscheibe und ihre Axe. Die Typenscheibe AA, in Fig. 13, 14 und 15 auf Tafel XV. sichtbar, ist an ihrem Rande in 56 gleiche Theile getheilt, von denen je 2 jeder der 28 Tasten entsprechen. 52 dieser Theile tragen kleine Vorsprünge mit den Typen der auf der Tastatur vorkommenden (siehe Tafel XIV. Fig. 7) Buchstaben-, Ziffer- und Interpunctionszeichen. An zwei Stellen, die den beiden leeren weißen Tasten entsprechen — nämlich der weißen Taste vor A, die wir in Zukunft schlechthin „die weiße Taste" nennen werden und der unbeschriebenen weißen Taste zwischen V und W, welche die „Ziffertaste" heißen mag, weil sie nur benutzt wird, wenn man statt Buchstaben Ziffern oder Interpunctionszeichen drucken will, — fehlen diese Vorsprünge, so daß der Typenkranz hier 2 Lücken von der Breite zweier Typen hat. Befindet sich eine dieser Lücken über dem Druckwerk während ein Strom durch die Leitung geht, so wird die Druckwalze zwar gehoben, aber keine Zeichen auf das Papier aufgedruckt, sondern dasselbe nur um ein Buchstaben-Intervall vorgeschoben.

Die Typen, welche die Scheibe trägt, sind also, wenn man von der Lücke der leeren Taste, welche sich in Fig. 15 oben befindet, links herumgeht:

1 A 2 B 3 C 4 D 5 E 6 F 7 G 8 H 9 I 0 J . K , L ; M
: N ? O ! P ' Q + R — S $ T / U = V Lücke der Ziffertaste (W
) X & Y „ Z Lücke der weißen Taste.

Die Welle w_4 welche die Typenscheibe AA bewegt, trägt außerdem noch das sog. Correctionsrad BB und ein Sperrrad $B_1 B_1$ mit 200 feinen Zähnen, welches, mittelst eines an der Rückseite des Correctionsrades angebrachten Klinkwerkes, dieses so wie die Typenscheibe, welche beide an einer lose auf die Axe w_4 aufgeschobenen Büchse sitzen, mit der Welle verkuppelt. Unter Auslösung dieser Klinke können Correctionsrad und Typenscheibe festgestellt werden, während die Welle mit dem Sperrrade $B_1 B_1$ frei weiter rotirt. Letzteres ist zwar fest, aber auch nicht unwandelbar mit der Welle verbunden, so zwar, daß es für gewöhnlich mit der Welle rotirt, auch Correctionsrad und Typenscheibe mitnimmt, ohne seine Lage zur Welle zu ändern, aber doch etwas gedreht werden kann, wenn ein außergewöhnlicher Druck auf seine Zähne ausgeübt wird; es ist nämlich an sich lose auf die Welle aufgeschoben, wird aber zwischen 2 auf der Welle befestigten und gegen einander gepreßten Scheiben mit strenger Reibung gehalten.

Die Kuppelung des Rades B_1 mit dem Correctionsrade sieht man in Fig. 11 und 12 der Tafel XV. An der Rückseite des Correctionsrades ist eine Klinke b_1 mit Zähnen, welche denen des Rades B_1 entsprechen, um einen Stift drehbar befestigt; eine ebenfalls daselbst befindliche Feder b hält die Klinke in Eingriff mit den Zähnen des Rades, so daß nun Correctionsrad und Typenscheibe bei der Rotation der Welle w_4 mit herumgenommen werden. Bringt man aber durch Niederdrücken des Hebels U, dessen Wirkungsweise unten näher betrachtet werden soll, das Stück I_1 in den Weg eines an der Rückseite der Klinke angebrachten Stiftes β, so wird letzterer von I_1 gefangen, die Klinke wird ausgehoben und die Welle nebst dem Rade B_1 rotirt frei, während das Correctionsrad nebst der Typenscheibe stehen bleibt.

Bei dem Umgange der Daumenwelle legt sich der Correctionsdaumen c in eine Zahnlücke des Correctionsrades — und zwar geschieht dies unmittelbar vor und während der Hebung der Druckwalze — und corrigirt dadurch die Stellung der Typenscheibe zum Druckort, indem er das Correctionsrad vorschiebt, wenn es zurückgeblieben, und es anhält, wenn es vorangeeilt sein sollte. Ersteres erfolgt ohne Schwierigkeit: die Klinke b_1 hebt sich etwas, unter Zurückbiegung der Feder b, gleitet mit der schrägen Seite ihrer Zähne über die Zähne des Rades B_1 fort, und greift dann wieder ein. Anders aber ist es, wenn das Correctionsrad vorgeeilt ist und zurückgehalten werden soll; die Klinke stemmt sich alsdann gegen die Zähne von B_1 und wenn dies Rad mit seiner Welle unwandelbar verbunden wäre, so müßte das ganze Räderwerk aufgehalten werden, was heftige Stöße veranlassen würde und leicht ein Ausbrechen der feinen Zähne der Klinke oder des Rades B_1 zur Folge haben könnte. Dies ist durch die oben gedachte Einrichtung vermieden, es kann jetzt das Rad B_1 nachgeben und etwas auf seiner Welle zurückgedreht werden.

Sehr sinnreich ist der Mechanismus, durch den Herr Hughes es ermöglicht hat, mittelst derselben Taste nach Belieben den Buchstaben oder die Ziffer resp. das Interpunctionszeichen, mit denen dieselbe beschrieben ist, auf das Papier zu drucken; es geschieht dies durch eine Verschiebung der Typenscheibe gegen das Correctionsrad um eine Typenbreite ($\frac{1}{2}$ Zahnbreite des Correctionsrades), welche, wenn man von Buchstaben zu Ziffern oder zu Interpunctionszeichen übergehen will, durch Niederdrücken der leeren Ziffertaste bewirkt wird. Die Fig. 11 und 15 auf Tafel XV. und Fig. 18 auf Tafel XVI. zeigen die Details der betreffenden Einrichtung. aa Fig. 18 ist die auf die Welle w_4 gesteckte Metallbüchse, welche an ihrem vorderen Kranze a_2 die Typenscheibe A trägt; über diese Büchse ist das Correctionsrad B mit-

telst der angelötheten Büchse B_2 geschoben: es befindet sich zwischen dem aufrecht stehenden hinteren Rande von a, der an der Rückseite des Correctionsrades an einer Stelle in den radialen Arm a_1 ausläuft und dem Kranze a_2, welcher auf einem Absatz der Büchse a fest aufgeschraubt und verlöthet ist, und kann daher zwar mit einiger Reibung um die Büchse a sich drehen, nicht aber in die Richtung der Axe sich verschieben. An dem Kranze a_2 ist die über das Ende der Büchse a aufgesteckte Typenscheibe mit 2 Schrauben mit breitem Kopf befestigt; die für diese Schrauben durch die Scheibe gebohrten Löcher sind seitlich etwas erweitert und gestatten nach Lüftung der Schrauben eine Adjustirung der Stellung der Scheibe.

An der Rückseite des Correctionsrades befindet sich ferner eine verschiebbare Metallplatte Z, von der aus Fig. 11 ersichtlichen Gestalt, welche mit den nach innen gekehrten Spitzen ihres Ausschnitts das Ende des Armes a_1 ohne Spielraum umfaßt; sie ist um den Schraubenstift Z_2 mit Reibung drehbar, wobei zwei an ihrer Rückseite hervorragende in entsprechende Nuthen in der Radscheibe eingreifende Stifte als Führung dienen. Die Feder Z_1 stellt die Scheibe in einer der beiden Stellungen, in denen sie zu functioniren hat fest, indem sie mit einem Sperrkegel in den einen oder in den anderen von 2 am Rande der Scheibe befindlichen Einschnitte einfällt. In jeder dieser Stellungen bedeckt einer der beiden Fortsätze Z_0 der Platte ein Zahnintervall der Scheibe und zwar sind dies die beiden Zahnintervalle, welche sich im Bereich des Correctionsdaumens c befinden, während eine der beiden Lücken der Typenscheibe der aufschnellenden Druckwalze gegenüber stehen. Bei jedem Uebergange von einer Stellung in die andere nimmt die Platte den Arm a_1 mit und bewirkt dadurch eine Drehung der Typenscheibe gegen das Correctionsrad um ein Typenintervall.

In unserer Zeichnung ist durch den Fortsatz Z_0 das Zahnintervall gefüllt, welches der „Ziffertaste" entspricht, d. h. dasjenige Intervall, welches dem Correctionsdaumen c gegenübersteht, während die entsprechende Lücke des Typenkranzes über dem Druckwerk sich befindet. Es correspondiren dann, wie Fig. 15 zeigt, die Buchstabentypen mit den Zähnen, die Ziffer- und Interpunctionstypen mit den Zahnlücken des Correctionsrades, und über dem Druckwerk steht eine Buchstabentype — in der Zeichnung Fig. 15 das N —. Wird jetzt irgend eine der 26 bezeichneten Tasten niedergedrückt, so erscheint auf dem Papierband stets der ihr zugehörige Buchstabe; der Correctionsdaumen findet stets das entsprechende Zahnintervall des Correctionsrades frei, gelangt nicht zur Einwirkung auf die Scheibe Z und diese verbleibt in der angenommenen Stellung. Ebenso verhält es sich, wenn die weiße Taste, oder wenn irgend welche dieser Tasten beliebig oft hintereinander angeschlagen werden: stets werden Buchstaben gedruckt oder, zur Markirung des Zwischenraumes zwischen zwei Worten, das Papier nur fortgerückt. Nur beim Anschlagen der „Ziffertaste" kann in dieser Stellung der Platte Z der Correctionsdaumen auf dieselbe wirken. Sollen also Ziffern oder Interpunctionen gegeben werden, so wird erst die Ziffertaste niedergedrückt: alsdann trifft der Correctionsdaumen gegen den Vorsprung Z_0, schiebt denselben zurück, macht das betreffende Zahnintervall frei, und giebt der Platte Z die in Fig. 11 punktirt angedeutete Lage; dagegen tritt nun der andere Vorsprung Z_0 heraus und füllt das der „weißen Taste" entsprechende Zahnintervall. Dabei wird die Typenscheibe um eine Type rückläufig gegen das Correctionsrad verschoben: es stellen sich jetzt die Ziffer- und Interpunctionstypen den Zähnen des Rades gegenüber, an die Stelle des N unserer Zeichnung tritt die Type : (Kolon) und von jetzt ab werden beim Anschlagen

einer Taste stets Ziffern oder Interpunctionen gedruckt, so lange, bis die „weiße Taste" wieder einmal niedergedrückt wird. Zur Markirung des Zwischenraumes zwischen zwei Zifferngruppen muß man sich also der „Ziffertaste" bedienen. Wird aber die „weiße Taste" gedrückt, so wirkt der Correctionsdaumen wieder auf die Stellplatte Z, schiebt dieselbe und dadurch zugleich auch die Typenscheibe in ihre erste Lage zurück und es werden fortan wieder Buchstaben statt der Ziffern gedruckt.

Der Arretirungshebel. Derselbe, in unseren Zeichnungen mit U bezeichnet, dient dazu, das Correctionsrad nebst der Typenscheibe außer Verbindung mit dem Laufwerk zu bringen und dieselben in der der „weißen Taste" entsprechenden Lage — also mit dieser Typenlücke über dem Druckwerk — festzustellen; man sieht ihn in der perspectivischen Ansicht Tafel XI. und die Figuren 13, 14, 15 auf Tafel XV. sowie Figur 19 auf Tafel XVI. zeigen Details in natürlicher Größe. Er hat 4 mit der horizontalen Axe fest verbundene, also in vertikalen Ebenen bewegbare Arme U, U_1 U_2 und U_3. Der Arm U, welcher in seiner Ruhelage horizontal steht, dient als Handhabe, er trägt an seinem Ende den Knopf U_0, durch dessen Niederdrückung der Hebel in Thätigkeit gesetzt wird. Dieser Knopf selbst paßt mit seinem Stift in eine cylindrische Durchbohrung am Ende des Armes U_1 wird aber durch eine Spiralfeder in die Höhe gehalten; ein auf den Knopf ausgeübter Druck wird also zunächst die Feder zusammendrücken, der Stift wird niedergehen bis sein unteres Ende auf ein isolirt am Arm U befestigtes Metallblech sich aufgesetzt und dadurch, wie später zu erläutern, einen neuen Stromweg hergestellt hat; erst wenn dies erfolgt, giebt auch der Hebel U dem Drucke nach. Die beiden schrägstehenden Arme U_1 und U_2 liegen in derselben Ebene mit dem vorigen, nämlich unmittelbar vor der vorderen Wange des Apparatgestelles, zwischen dieser und der Feder I, welche beim Niedergange des Hebels durch den an seinem unteren Ende keilförmig zugeschärften Arm U_1 gefaßt und von der Wange abgedrückt wird. Der vierte Arm U_3 endlich ist weiter nach vorn auf der Axe befestigt; er befindet sich zwischen dem Correctionsrade und der Typenscheibe, nahe der Vorderseite des ersteren, sein unteres Ende trägt seitlich eine prismatische Nase, welche in eine in den Bund von B_2 eingeschnittene Falle γ einfallen kann und das Rad nebst Scheibe dann in einer solchen Lage festhält, daß die erste, der weißen Taste entsprechende Typenlücke die Druckstelle einnimmt. Wie zu gleicher Zeit die Auslösung der Sperrklinke b_1 erfolgt, zeigt am deutlichsten die Skizze Fig. 19, in welcher alle hierzu nicht mitwirkenden Apparattheile fortgelassen sind. BB ist das Correctionsrad, b_1 die Sperrklinke mit ihrem Stift β, das Sperrrad B_1B_1 ist punktirt angedeutet; I ist die Feder mit dem zum Fangen des Stiftes β dienenden Kopf I_1 dessen Form aus Fig. 15 ersichtlich; U_1 ist der Querschnitt des unteren Theiles des gleichbenannten Hebelarmes. In der Ruhelage des Hebels haben die Theile die in der Zeichnung angegebene Lage: die Feder liegt mit einem an ihrer Hinterseite befindlichen keilförmigen Ansatz gegen den Arm U_1 und unterstützt diesen; ihr Kopf I_1 ist so weit zurückgetreten, daß der Stift β bei der Rotation des jetzt mit der Axe verkuppelten Rades an demselben vorbeigehen kann ohne ihn zu berühren. Wird nun ein Druck auf den Knopf U_0 ausgeübt, so bewegt sich der Arm U_1 mehr nach rechts, drückt auf den schrägen Ansatz der Feder, biegt diese dadurch nach vorn und bringt ihren Kopf I_1 in den Weg des Stiftes β. Der Arm U_3 legt sich gleichzeitig mit seinem prismatischen Fortsatz gegen den Bund von B_2 und schleift auf demselben, bis er beim Umlaufe des Rades die Falle γ erreicht hat und nun hier eingreift.



In demselben Augenblick hat auch der Stift β den Kopf I_1 erreicht, gleitet auf der ihm gegenüberstehenden linken schrägen Seite desselben in die Höhe, hebt dabei die Klinke b_1 aus den Zähnen des Sperrrades B_1 aus und bleibt in dem Einschnitt oben auf dem Kopf liegen; die Verkuppelung des Correctionsrades mit der Welle w_4 ist ausgelöst, und diese rotirt mit dem Rade B_1, während die Typenscheibe selbst in der früher angegebenen Stellung arretirt ist.

Hört der Druck auf den Knopf U_0 auf, so geht der Hebel U gleichwohl nicht in seine Ruhelage zurück: er wird durch den Druck der Feder I gegen den Arm U_1 in der neuen Lage gehalten, die Typenscheibe bleibt also arretirt; um sie wieder mit dem Laufwerk in Eingriff zu bringen, muß man die „weiße Taste" niederdrücken. Es tritt alsdann ein Strom in die Leitung, die Daumenwelle kommt in Thätigkeit, rückt das Papier vor ohne ein Zeichen darauf zu drucken, faßt in der zweiten Hälfte ihres Umganges mit ihrem vierten Daumen — dem Stift μ Fig. 17 — das Ende des Armes U_2 und führt diesen und mit ihm den ganzen Hebel U und die Feder I in die Ruhelage zurück, U_2 verläßt die Falle γ, den Kopf I_1 läßt den Stift β frei, die Klinke b_1 fällt wieder ein und die Typenscheibe läuft wieder um.

Hierdurch ist also die Stellung der Typenscheibe mit der Tastatur und den Stiften der Stromgebevorrichtung C des Apparates in Uebereinstimmung gebracht: es wird fortan, so oft man eine Taste anschlägt, der ihr zugehörige Buchstabe auf den eigenen Papierstreifen abgedruckt.

Der Daumen μ kommt nur in dem oben gedachten Falle in Function, wenn nämlich unmittelbar vorher der Arretirungshebel U niedergedrückt worden; so lange der Hebel U in seiner Ruhelage verharrt, findet der gedachte Daumen den Arm U_2 nicht auf seinem Wege und geht vorbei ohne denselben zu berühren.

Umschalter, Einschaltungsklemmen und Stromwege im Apparat. Wie man aus Tafel XII. ersieht, befinden sich auf dem Apparattische außer dem eigentlichen Apparate noch ein Stöpselumschalter M, ein Kurbelunterbrecher N und 4 Klemmschrauben zum Anlegen der Leitung Lt, der Erde Ed und der beiden Pole der Batterie Zk und Ku.

Die feste Drathverbindung zwischen diesen Klemmschrauben, den Umschaltern und den Apparattheilen ist auf Tafel XVII. in Fig. 25 schematisch skizzirt. Fig. 26 ist eine Skizze des Stromlaufes zweier zur Correspondenz mit einander verbundenen Apparate.

Der Umschalter M besteht aus zwei Paar sich kreuzenden isolirten Schienen, die an den Kreuzungspunkten durch Stöpsel mit einander verbunden werden können. Von den beiden vertikalen Schienen ist die eine M_1 mit der Leitungsklemme Lt, die andere M_2 mit der Erdklemme Ed durch je einen Drath verbunden. Von der oberen der beiden horizontalen Schienen M_3 führt ein Drath zu der Büchse y und der unteren Hälfte X_1 der Läuferwelle; von der anderen Horizontalschiene M_4 endlich gehen 3 Drathverbindungen aus: die eine führt zur Axe des Ankerhebels E_2, die zweite zum Anfang der Umwindungen des Elektromagnets und die dritte zu der isolirten Metalllamelle an der Unterseite des Arretirungshebels U.

Das andere Ende der Umwindungen des Elektromagnets ist zu der Axe N_0 des Kurbelunterbrechers geführt, während das obere Auflageklötzchen dieses Unterbrechers durch einen Drath mit der isolirten Feder c_1 verbunden ist, welche in der Ruhelage des Correctionsdaumens c mit diesem in leitender Berührung ist. Das andere Klötzchen hat keine Verbindungen und dient nur als Ruhepunkt der Kurbel, wenn diese von N_1 abgedreht worden.

Diese Kurbel N dient lediglich zur Unterbrechung des Stromweges im Apparate; sie wird nicht viel benutzt und könnte ohne erheblichen Nachtheil auch ganz fortfallen.

Von den beiden Batterieklemmen ist die eine, Zk mit dem Lager y der untern Hälfte X_1 der Läuferwelle, die andere Ku mit der Scheibe C und den sämmtlichen Stiften q verbunden.

Außer diesen durch Dräthe bewirkten Verbindungen bestehen im Apparat noch folgende durch Apparattheile vermittelte bleibende Stromwege: die Feder l, welche den linken Arm des Hebels G mit dem Stift G_1 gegen den Anker des Elektromagnet zu legen strebt und der horizontale Metallarm, in welchem sich das obere Zapfenloch der Läuferwelle befindet, sind an demselben Metallstück befestigt und dieses steht durch die vordere Wange des Apparatgestelles in leitender Verbindung einerseits mit der Daumenwelle und dem auf dieser aufsitzenden Correctionsdaumen c und anderseits mit dem Arretirungshebel U. Es ist also die obere Hälfte der Läuferwelle stets in leitender Verbindung sowohl mit dem Hebel G, als auch mit dem Correctionsdaumen c und dem Arretirungshebel U.

Der Elektromagnet functionirt nur dann, wenn der Strom seine Umwindungen in einer solchen Richtung durchläuft, daß der Magnetismus der Kerne geschwächt wird; da aber auf jeden Apparat bald der abgehende Strom der eigenen Batterie, bald der von der Batterie der andern Station ankommende Strom wirkt, in beiden Fällen aber Schrift erscheinen soll — denn auch der gebende Apparat soll mitsprechen — so ist es unerläßlich, daß beide Batterien die gleiche Stromesrichtung in der Leitung erzeugen, daß sie also mit entgegengesetzten Polen zur Erde geschaltet werden. Dies geschieht, indem man auf der einen Station, wie Fig. 26 zeigt, durch Umsetzen der Stöpsel des Umschalters M — Loch 1 und 4 statt Loch 2 und 3 — Erde und Leitung gegeneinander vertauscht, während die festen Verbindungen auf den Apparattischen, sowie die Schaltung der Batterie zum Apparat überall dieselben bleiben. Es befindet sich dann bei der linken Station unserer Figur der Apparat zwischen dem Kupferpol der Batterie und der Leitung, auf der anderen Station aber zwischen dem Kupferpol der Batterie und der Erde.

Ueberblicken wir nun, nachdem wir die einzelnen Theile und deren Function kennen gelernt, die Gesammtwirkungsweise des Apparats im Zusammenhange. Nehmen wir an, es seien auf beiden miteinander correspondirenden Apparaten durch Niederlegung der Bremshebel die Laufwerke in Gang gesetzt, es seien ferner die Apparate vollkommen regulirt, sodaß die Stellungen der Typenscheiben mit den Tastaturen in Uebereinstimmung und die Bewegungen der Typenaxen in genügendem Maße synchron sind. Alsdann laufen auf beiden Stationen die Läufer und die Typenscheiben mit gleicher Geschwindigkeit um; die Batterien sind ausgeschaltet und die Leitung ist an beiden Enden durch die jetzt leitend mit einander verbundenen Hälften X und X_1 der Läuferaxen unter Einschaltung der Elektromagnetumwindung mit der Erde verbunden: beide Apparate sind bereit Schrift zu empfangen. Wird jetzt auf der Station I eine Taste niedergedrückt, so wird hier in dem Augenblicke, wo der Läufer die der angeschlagenen Taste entsprechende Stelle der Scheibe C erreicht, durch den in die Höhe getretenen Stift q die Läuferklappe L_1 gehoben; dadurch ist die directe Verbindung zur Erde unterbrochen und es ist die Batterie zwischen Leitung und Erde eingeschaltet. Es tritt jetzt ein Strom vom Kupferpole der Batterie über den Stift q zur Schiene r und von da durch die obere Hälfte X der Läuferwelle, deren oberes Zapfenlager, die Daumenwelle, den Correctionsdaumen c, die an

diesen anliegende Feder c_1 und den Unterbrecher N zu den Umwindungen des Elektromagnets, durchläuft diese, geht dann zum Umschalter **M** und durch den in Loch 3 steckenden Stöpsel in die Leitung. Auf der andern Station gelangt der Strom über den in Loch 1 des Umschalters steckenden Stöpsel zunächst zum Lager y des untern Läuferzapfens, geht von da über x und die Contactschraube t, da hier die Läuferklappe L_1 nicht gehoben ist, zur oberen Hälfte der Läuferwelle, dann über den Correctionsdaumen c, die Feder c_1, den Unterbrecher, durch die Umwindungen des Elektromagnets zur untern Horizontalschiene des Umschalters und von da durch den in Loch 4 steckenden Stöpsel zur Erde. Die Elektromagnete beider Apparate werden also von dem Strom in gleicher Richtung durchlaufen; beide kommen in Thätigkeit: ihre Anker schnellen in die Höhe, stoßen gegen die Hebel G, lösen mittelst derselben die Sperrwerke F aus, und verkuppeln die Daumenwellen für die Dauer eines Umganges mit den Gangwerken. Diese setzen das Druckwerk in Bewegung, reguliren den synchronen Gang der Typenscheiben, drücken die Anker der Elektromagnete wieder an, bringen die Hebel G wieder in ihre Ruhelage und stellen sich nach Vollendung eines Umganges selbst wieder fest, indem sie selbstthätig die Sperrklinke der Kuppelung wieder ausheben: auf beiden Stationen ist der Buchstabe der angeschlagenen Taste auf das Papierband gedruckt und dieses zugleich entsprechend weiter gerückt.

Analog ist der Vorgang, wenn auf der andern Station eine Taste niedergedrückt wird. Der Strom geht alsdann vom Kupfer der Batterie durch q, r, X und die Umwindungen des Elektromagnets zur Erde und vom Zinkpol über y, Schiene M_1 des Umschalters und durch Stöpsel in Loch 1 in die Leitung zur andern Station und durch den dortigen Apparat zur Erde.

Den oben angedeuteten Weg verfolgt der Strom jedoch nur in den ersten Augenblicken nach seinem Auftreten, so lange die Daumenwellen noch in Ruhe sind. Sobald der Anker des sprechenden Apparates in die Höhe schnellt, tritt er in Berührung mit dem Hebel G und stellt dadurch eine directe kurze Verbindung zwischen der Umschalterschiene M_4 und der Läuferwelle X, als Nebenschließung neben den Elektromagnetumwindungen her; der Strom wird jetzt nicht mehr durch letztere, sondern durch jene kurze Nebenschließung direct zur Leitung gehen und etwas später wird der Stromweg durch die Elektromagnetumwindungen ganz unterbrochen, indem bei der Rotation der Daumenwelle der Correctionsdaumen die Feder c_1 verläßt. Erst wenn die Daumenwelle ihren Umgang vollendet hat, und der Hebel G in seine Ruhestellung zurückgekehrt, wird unter Aufhebung der Nebenschließung der Weg durch den Elektromagnet wieder hergestellt. Derselbe Vorgang tritt auch bei dem empfangenden Apparat — nur etwas später — ein.

Diese Einrichtung ist von der äußersten Wichtigkeit für das sichere Spiel des Apparates; sie macht die Elektromagnete bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der Stärke und Dauer des Stromes, was unerläßlich ist, da derselbe Apparat bald Schrift giebt, bald empfängt, sein Elektromagnet also bald von dem starken abgehenden Strom der eigenen Batterie, bald von dem schwachen ankommenden Strom der Batterie der fernen Station durchflossen wird.

Der Anker des Elektromagnets wird losgerissen, sobald der Strom eine bestimmte, zur Spannung der Feder in Beziehung stehende Schwächung des Magnetismus der Kerne bewirkt hat. Hierzu ist immer eine gewisse, mit der Stromstärke sich ändernde Dauer der Einwirkung

des Stromes erforderlich: ein starker Strom wird nur sehr kurzer Zeit bedürfen, um den gewünschten Effect zu erzielen, während ein schwacher Strom ungleich länger wirken muß, um denselben Grad der Schwächung des Magnetismus der Kerne hervorzubringen. Es wird daher, bei gleicher Federspannung, der Apparat der fernen Station, auf welchen der durch unvermeidliche Stromverluste, durch Isolationsfehler der Linie, namentlich wenn diese lang ist, mehr oder weniger geschwächt dort ankommende Strom wirkt, eine längere Dauer des Stromes beanspruchen, also später Schrift geben als der der sprechenden Sation. Die Größe dieser Verzögerung wird in dem Maße zunehmen, als die Länge der Linie beträchtlicher und ihr Isolationszustand mangelhafter ist. Bei der enormen Geschwindigkeit mit welcher die Theile des Hughes-Apparates sich drehen, ist es auch nicht unmöglich, daß die geringe Zeit, welche der Strom braucht um bis ans andere Ende der Linie zu gelangen und seinen normalen permanenten Zustand anzunehmen, hiebei mit von Einfluß ist. Nach dieser Verzögerung muß die Dauer des Contactes zwischen den Stiften q und der Schiene r im Stromgeber, und zwar reichlich, bemessen werden, damit die Wirkung auch unter ungünstigen Verhältnissen sicher eintritt; wäre die Dauer der Verbindung zwischen Linie und Batterie zu gering, so würde der ferne Apparat nicht ansprechen.

Hätte nun der in die Leitung tretende Strom eine ausreichende Dauer, ginge aber in dieser Zeit beständig durch die Umwindungen der Elektromagnete, so würde im sprechenden Apparat seine Einwirkung auch nach Abreißung des Ankers noch fortdauern, der Magnetismus der Kerne würde noch weiter geschwächt werden, und diese würden nach dem endlichen Aufhören des Stromes mindestens einer längeren Zeit zur Rückkehr in ihren normalen magnetischen Zustand bedürfen; unter Umständen könnte derselbe jedoch selbst eine bleibende Aenderung erleiden. Wenn nun im Verlauf des Umganges der Daumenwelle der Anker wieder angedrückt wird, während die Kerne noch nicht in ihren normalen Zustand zurückgekehrt sind, so würde jene Welle noch einen Umgang machen und die Apparate würden auseinander kommen, die Schrift auf dem gebenden Apparat mindestens unleserlich werden. Um die Correspondenz wenigstens zur Noth zu ermöglichen, müßte man dann durch Aenderung der Empfindlichkeit der Apparate ein nahe gleichzeitiges Sprechen derselben zu erreichen suchen, die Feder des sprechenden Apparates also schwächer, die des anderen aber stärker anspannen. Da aber jeder Apparat bald spricht, bald empfängt, so müßte man bei jedem Wechsel in der Richtung der Correspondenz die Federspannung beider Apparate neu reguliren.

Dieser zeitraubenden und mühseligen Operation ist man durch die sinnreiche Einrichtung des Herrn Hughes überhoben. Vermöge dieser Einrichtung wirkt jeder Strom — gleichviel welches seine Stärke ist, und wie lange er in der Leitung circulirt — stets nur gerade so lange auf den Elektromagnet als nöthig ist, die der Federspannung entsprechende Schwächung des Magnets herbeizuführen: sobald er den ihm obliegenden Dienst im Elektromagnet vollbracht hat, wird ihm durch den abgerissenen Anker ein neuer, besserer Weg eröffnet, der Elektromagnet aber seiner weitern Einwirkung entzogen, wie lange er auch noch in der Leitung circuliren mag. Die Schwächung der Magnetkerne überschreitet, welches auch die Stromstärke sein mag, nie das gerade erforderliche Maß, sie ist stets nahe dieselbe und verschwindet fast unmittelbar nach dem Abreißen des Ankers wieder, wenn auch der Strom in der Linie noch andauert, so daß beim Niederdrücken des Ankers die Kerne ihren normalen Magnetzustand bereits wieder

erlangt haben und den Anker festhalten. Indem auf der gebenden Station, deren Apparat, wie wir sahen, stets früher anspricht als der andere, der Elektromagnet sich ausschaltet, wird überdieß durch die Verminderung des Widerstandes der in die Leitung tretende Strom verstärkt, so daß seine Wirkung auf den fernen Apparat um so sicherer erfolgt.

Eine andere Störung der Correspondenz könnte durch die Inductionsströme herbeigeführt werden, welche beim Abreißen und Wiederanlegen des Ankers in den Elektromagnetumwindungen entstehen. Der beim Abreißen des Ankers auftretende Inductionsstrom ist unschädlich; er circulirt durch die Linie, da im Augenblick seines Entstehens die Nebenschließung noch nicht hergestellt ist, kann aber auf den fernen Apparat nicht störend wirken, weil seine Richtung der des Linienstromes entgegengesetzt ist, er ist überdies schwach und giebt sich nur durch eine vorübergehende unerhebliche Schwächung des Linienstromes kund; auf den eigenen Apparat wirkt er sogar günstig, insofern er die rasche Wiederherstellung des normalen Magnetzustandes der Kerne begünstigt.

Der beim Wiederanlegen des Ankers entstehende Inductionsstrom dagegen ist dem Linienstrom gleichgerichtet, und wirkt in demselben Sinne wie dieser; er würde also ein Wiederabreißen der Anker bewirken, wenn er durch die Leitung circulirt und die ausreichende Stärke besitzt. Bei der früheren Apparatconstruction, wo die Verbindung vom Unterbrecher N nicht über den Correctionsdaumen und die Feder c_1 sondern direct zur Läuferwelle X hergestellt war, machte sich dieser Uebelstand in der That geltend: dieser Inductionsstrom trat dann in die Leitung (die Nebenschließung ist in diesem Augenblicke unterbrochen, indem die Feder l jetzt nicht mehr G berührt). Bei Leitungen von großem Widerstand hatte er in der That eine zu geringe Intensität, um Störungen herbeizuführen; bei kurzen Leitungen indeß war er stark genug, den Apparat zu afficiren: der Anker wurde dann, unmittelbar nachdem er wieder angedrückt war, von Neuem losgelassen, es erfolgte eine neue Auslösung des Sperrwerkes, die Daumenwelle machte einen zweiten Umgang; zu Ende desselben wiederholte sich dasselbe Spiel und der Apparat hämmerte wie ein Selbstunterbrecher. Dies zu vermeiden, mußte man künstliche Widerstände in die Leitung einschalten *).

Bei der gegenwärtigen Construction ist diese Fehlerquelle nicht bloß unschädlich gemacht, sondern vollständig beseitigt: da bei dem Umgange der Daumenwelle der Correctionsdaumen c die Feder c_1 bald verläßt, so ist in dem Augenblicke, wo das Wiederandrücken des Ankers erfolgt, der Stromweg zwischen c und c_1 ganz unterbrochen, der betreffende Inductionsstrom kann also gar nicht ins Leben treten.

Wenn auf der sprechenden Station die Schiene r den Stift q verläßt, der Strom also

---

*) Wir folgen hier den Angaben des Herrn Blavier in seinen nouveau traité de télégraphie hinsichtlich der früheren Erfahrungen an unserem Apparat. Wahrscheinlich hatte aber damals die Feder l eine andere Construction als jetzt. Bei der gegenwärtigen, oben beschriebenen Construction ist diese Feder fast immer in leitender Berührung mit dem Hebel G, selbst in den Momenten, wo sie keinen Druck gegen denselben ausübt; nur bei ungewöhnlich schwacher Anspannung derselben kann gelegentlich auch der Contact aufhören; bei dieser Construction der Feder werden die gedachten Inductionsströme durch die im Augenblick ihres Entstehens in der Regel noch bestehende kurze Nebenschließung ihre Ausgleichung finden und der Apparat muß stets hämmern, welches auch der Widerstand der Leitung ist, wenn man N mit X durch einen Metallbügel direct verbindet und dadurch die Unterbrechungsstelle bei cc_1 ausschaltet. Bei den sämmtlichen in Berlin aufgestellten Apparaten verhielt es sich auch in der That so.



unterbrochen und die Verbindung der Leitung mit der Erde wieder hergestellt wird, so erfolgt auf beiden Stationen die Entladung der Leitung zur Erde. Bei kurzen Linien ist dieser Entladungsstrom (Rückstrom) schwach und fast momentan; bei langen Linien hat er eine merklichere Dauer, kann aber gleichwohl kaum Störungen herbeiführen. Auf der sprechenden Station hat er eine dem Linienstrom entgegengesetzte Richtung und würde also hier ein Abreißen des Ankers nicht herbeiführen können, selbst wenn er durch die Umwindungen des Elektromagnet geht; in der Regel aber wird er hier die Nebenschließung noch vorfinden, also gar nicht durch die Umwindungen gehen, da, wie wir weiter unten sehen werden, die Unterbrechung des Linienstromes erfolgt, ehe die Daumenwelle ihren Umgang ganz vollbracht hat. Auf der Empfangsstation ist der Entladungsstrom allerdings dem Linienstrome gleich gerichtet und würde, wenn er die Umwindungen des Elektromagnets durchliefe, den Anker abzureißen streben; da aber die Daumenwelle dieses Apparates später ausgelöst wird als die des sprechenden Apparates, so ist um so sicherer darauf zu rechnen, daß beim Auftreten des Rückstromes hier die Nebenschließung noch vorhanden ist.

Regulirung und Bedienung der Apparate. Wenn zwei in sich richtig adjustirte Apparate zuerst mit einander in Correspondenz treten, so werden sie in der Regel nicht sofort correct mit einander arbeiten. Man wird zuvor die Federspannung der Elektromagnete der Länge und dem Isolationszustand der Leitung und der Stärke der Batterie anzupassen und den Synchronismus im Gange beider Apparate herzustellen haben.

Zur Herstellung der geeigneten Federspannung veranlaßt man die ferne Station in passenden Intervallen Tasten anzuschlagen und regulirt dann mittelst der Schraube e_1 und durch Verschiebung des Eisenkeiles g die Spannung so, daß der Anker stets sicher abreißt und die Auslösung von F stets prompt bewirkt. Je schwächer der ankommende Strom ist, desto stärker muß im Allgemeinen die Feder gespannt werden. Zu beachten ist dabei auch die Stellung des Stiftes G_1: es genügt nicht, daß sein unteres Ende bei der Ruhelage des Hebels G den an die Kerne anliegenden Anker eben nicht berührt, es muß vielmehr hier ein gewisser Spielraum vorhanden sein, damit der aufschnellende Anker eine gewisse Geschwindigkeit annehmen kann ehe er gegen den Stift G_1 trifft; steht ihm der Stift G_1 zu nahe, so würde er nicht mit der zum Auslösen des Sperrwerkes F erforderlichen Kraft gegen denselben stoßen.

Behufs Regulirung des Synchronismus wird demnächst auf beiden Stationen durch Niederdrückung des Arretirungshebels U die Typenscheibe ausgerückt und festgestellt und darauf schlägt eine der Stationen die „weiße Taste“ an; durch den in Folge dessen durch die Linie gehenden Strom werden — wie früher näher erläutert worden — beide Arretirungshebel in ihre Ruhelage zurückgeführt und beide Typenscheiben wieder eingerückt; diese sind jetzt in Uebereinstimmung mit ihren respectiven Stromgebern C und beim Beginn der Bewegung auch unter einander, gehen aber allmählig mehr und mehr auseinander. Drückt man unmittelbar darauf irgend eine Taste aus der ersten Hälfte des Alphabets, etwa die G Taste nieder, so wird in der Regel der betreffende Buchstabe auf der fernen Station richtig erscheinen, die ferne Typenscheibe ist noch nicht viel vorgeeilt oder zurückgeblieben, der Correctionsdaumen fällt in die richtige Zahnlücke des Correctionsrades ein, corrigirt die Stellung desselben, und bringt jene Typenscheibe wieder in Uebereinstimmung mit der anderen. Wird aber bei dem nächsten Umgange des Läufers dieselbe Taste wieder angeschlagen, so wird auf der fernen Station der

richtige Buchstabe nur dann abgedruckt, wenn der Gangunterschied beider Scheiben weniger als ½ Zahnlücke des Correctionsrades, also weniger als $\frac{1}{56}$ eines Umganges beträgt; ist derselbe aber größer als $\frac{1}{56}$ eines Umlaufes, so fällt der Correctionsdaumen nicht in die richtige Zahnlücke sondern in die nächst folgende oder in die nächst vorhergehende, und schiebt das Rad ganz um einen Zahn weiter oder zurück; es erscheint dann auf dem Papierbande statt des G ein H respective ein F; bei dem nächsten Umgange wiederholt sich derselbe Vorgang, und wenn an dem gebenden Apparat bei jedem Umgange des Läufers stets dieselbe Taste — G — angeschlagen wird, so erhält man auf dem Papierbande der fernen Station der Reihe nach G H I J 2c., oder G F E D 2c. Beträgt der Gangunterschied mehr als $\frac{3}{56}$ eines Umganges, so rückt die ferne Typenscheibe bei jedem Umlaufe um je 2 oder mehr Buchstaben weiter. Der Telegraphist am fernen Apparate erkennt aus dem Wechsel der auf dem Papier erscheinenden Buchstaben, daß die Laufwerke nicht synchron gehen und hat nun durch Verschiebung der Kugel P_u längs der Pendelruthe das seinige nach Erfordern zu verzögern oder zu beschleunigen. Es wird also zum Zweck dieser Regulirung bei der einen Station in regelmäßigen — je einen Umlauf des Läufers entsprechenden — Intervallen stets dieselbe Taste — gewöhnlich die „weiße Taste" — angeschlagen und der Telegraphist der anderen Station verlängert, resp. verkürzt, die wirksame Länge des Pendels P durch Drehen am Knopfe p_0 so lange, bis stets derselbe Buchstabe auf dem Papierbande erscheint.

Dann ist der Synchronismus der Laufwerke wenigstens so weit hergestellt, daß der Gangunterschied der Scheiben weniger als $\frac{1}{56}$ eines Umlaufes beträgt, aber er kann dieser Grenze möglicher Weise noch sehr nahe liegen. Die Correspondenz ist in diesem Falle zwar zur Noth möglich: der Correctionsdaumen vermag den noch bestehenden Gangunterschied zu corrigiren; aber er thut dies doch nur schwierig und unter mehr oder weniger heftigen Stößen, namentlich wenn die in der Correspondenz auf einander folgenden Buchstaben auf der Typenscheibe durch ein weites Intervall getrennt sind, wenn also z. B. derselbe Buchstabe zweimal hinter einander gegeben werden soll; wenn aber der Telegraphirende aus Versehen einmal einen Umlauf unbenutzt läßt, so kommen die Apparate auseinander. Man muß daher den Synchronismus noch weiter treiben, indem man nun zunächst so regulirt, daß stets derselbe Buchstabe gedruckt wird, wenn nur bei jedem zweiten Umgange dieselbe Taste angeschlagen wird. In der Praxis geschieht dies gewöhnlich in der Art, daß auf der einen Station zwar regelmäßig bei jedem Umlaufe die betreffende Taste angeschlagen wird, der Regulirende auf der anderen Station aber durch Niederdrücken mit dem Finger das Losreißen des Ankers verhindert und demselben nur bei jedem zweiten Umlaufe der Typenscheibe gestattet die Daumenwelle einzurücken; man bringt so die Gangdifferenz auf $\frac{1}{112}$ eines Umlaufs herab; läßt man bei der Regulirung den Anker nur bei jedem dritten Umgange wirken, so vermindert man die Gangdifferenz auf $\frac{1}{168}$ eines Umlaufes und kann in dieser Weise beliebig weit gehen. Es ist schon deshalb rathsam den Synchronismus möglichst vollkommen herzustellen, weil nur hierdurch die oben erwähnten Stöße vermieden oder wenigstens sehr geschwächt werden können, durch welche die delicateren Theile des Mechanismus sehr leiden und welche auch Ursache sind, daß die Pendelruthe häufig bricht.

Ist der gewünschte Grad von Synchronismus erreicht, so werden die Typenscheiben die während des Regulirens (wenn nicht stets mit der weißen Taste regulirt worden) in der



Regel auseinander gekommen sind, durch Niederdrücken der Hebel U und Anschlagen der „weißen Taste“ bei einem Apparat wieder in Uebereinstimmung gebracht, und nun kann die Correspondenz beginnen.

Während der Correspondenz werden kleine Mängel des Synchronismus durch den Correctionsdaumen bei jedem Tastendruck stets wieder ausgeglichen und zwar um so vollständiger, je rascher telegraphirt wird und je mehr Tasten während eines Umganges der Läuferwelle gegriffen werden können. Bei langsamer Bedienung durch ungeübte Telegraphisten, und wenn in der Correspondenz Pausen eintreten, in welchen die Typenwellen mehrere Umgänge machen, ohne daß eine Taste angeschlagen wird, kommen die Apparate leicht auseinander, wenn nicht der Synchronismus sehr vollkommen hergestellt worden. Es wird daher angerathen, in solchen Pausen, etwa während des Zählens der Worte einer eben erhaltenen Depesche, von Zeit zu Zeit die „weiße Taste“ zu drücken. Daß die Apparate auseinander gekommen erkennt man daran, daß Buchstaben gedruckt werden, welche keinen Sinn geben, man unterbricht dann die Correspondenz indem man irgend zwei Tasten anschlägt; da die Typenscheiben nicht übereinstimmen, so werden nicht die diesen Tasten entsprechenden Buchstaben auf der anderen Station abgedruckt, sondern irgend zwei andere, aber der Telegraphirende wird dadurch avertirt, daß etwas nicht in Ordnung, er hält einen Augenblick inne. Der Unterbrechende hat inzwischen seinen Arretirungshebel U niedergedrückt; so lange der Finger auf dem Knopf U_0 ruht, ist ein directer Weg zwischen der Linie und der Läuferwelle X hergestellt (siehe Fig. 25 und 26 auf Tafel XVII.) so daß, wenn in diesem Augenblick noch ein Strom von der sprechenden Station käme, derselbe nicht mehr auf den Apparat wirken und den Hebel U nicht sofort wieder in seine Ruhelage zurückwerfen kann. Jetzt drückt auch der Telegraphirende auf der sprechenden Station den Hebel U nieder und nimmt dann die Correspondenz wieder auf, indem er zunächst „weiß“ giebt und dann das letzte Wort wiederholt. Erkennt man an der Wiederholung solcher Zwischenfälle, daß der Synchronismus zu stark gestört ist, so wird die Aufforderung zum Reguliren: I T „weiß“ gegeben. Wird dies Signal verstanden, so giebt die andere Station bei jedem Umgange des Typenrades „weiß“ und die erstere regulirt; erfolgt aber als Antwort auf jenes Signal ein Fragezeichen, so drückt die Station, welche zum Reguliren aufgefordert hatte, in gleichmäßigen Intervallen die „weiße Taste“ und die andere regulirt ihr Laufwerk danach.

Bei jedem Wechsel in der Richtung der Correspondenz pflegt eine kleine Nachregulirung nöthig zu sein; man wechselt daher so selten als möglich. Vor jeder neuen Depesche werden die Hebel U niedergedrückt und die Correspondenz beginnt dann mit dem Anschlagen der „weißen Taste“.

Ein wichtiger Vorzug des Hughes'schen Apparates vor allen ähnlichen, der seine hohe Leistungsfähigkeit wesentlich bedingt, ist es: daß nicht jeder abtelegraphirte Buchstabe einen vollen Umgang der Typenwelle beansprucht, sondern mehrere — unter Umständen bis 5 oder 6 — Tasten gleichzeitig angeschlagen werden können und während eines Umganges der Typenwelle abtelegraphirt werden, wenn nur darauf Rücksicht genommen worden, daß

1) die zu den angeschlagenen Tasten gehörigen Stifte q in derselben Reihenfolge vom Läufer berührt werden, in welcher die betreffenden Buchstaben auf dem Papier erscheinen sollen, und daß



2) zwischen je zwei angeschlagenen Tasten ein Intervall von mindestens 4 ruhenden Tasten sich befindet.

Die erste Bedingung ist selbstverständlich; die andere ist begründet in dem Verhältniß zwischen der Geschwindigkeit der Daumenwelle und der der Typenscheibe. In der Zeit, welche die Daumenwelle zu einem Umgange braucht, rückt die Typenscheibe um 4 Typen und ebenso der Läufer um 4 Stifte vor. Wollte man nun nach einem Buchstaben den zweit- oder drittfolgenden telegraphiren, und diesem entsprechend einen neuen Strom in die Leitung schicken (was bei unserer Apparatconstruction übrigens gar nicht ausführbar ist), so würde dieser die Daumenwelle noch nicht wieder in ihre Ruhelage zurückgekehrt finden, er könnte daher entweder gar nicht, oder wenigstens nicht in normaler Weise auf dieselbe wirken.

Man kann also, nachdem eine Taste niedergedrückt worden, nur die als fünfte auf diese folgende oder eine der hinter dieser befindlichen Tasten anschlagen; der ungünstigste Fall ist der, wo der auf der vierten Taste hinter der erst angeschlagenen befindliche Buchstabe als zweiter gegeben werden soll, dann hat man einen ganzen Umlauf und noch 4 Tasteninterválle abzuwarten. Die Zeit welche der Abdruck des zweiten Buchstabens beansprucht, ist also im Minimo $\frac{5}{28}$, im Maximo $\frac{32}{28}$ eines Umganges der Typenwelle.

Aufgabe des Telegraphirenden ist es nun, daß er keine Gelegenheit zwei oder mehr Buchstaben in einem Umgange der Läuferwelle abzutelegraphiren, unbenutzt vorübergehen läßt, was allerdings viel Gewandtheit und Uebung fordert; versäumt er eine solche Gelegenheit, so verliert er einen ganzen Umgang.

Die Zahl der Umgänge der Typenscheibe, welche die Abtelegraphirung eines Wortes erheischt, ist daher nicht lediglich von der Zahl der Buchstaben, sondern auch von deren Aufeinanderfolge auf der Tastatur abhängig. So fordern die Worte **Berlin** und **Breslau** je 4 Umgänge, nämlich:

	Berlin	Breslau
1ster Umgang	B	B r
2ter "	e r	e s
3 " "	l	l
4 " "	i n	a u

Das Wort **Braunschweig** würde 7, **Telegraphie** 8 Umgänge beanspruchen.

Die Leistung des Apparates ist, bei genügender Gewandtheit der Telegraphirenden wesentlich abhängig von der absoluten Geschwindigkeit, mit welcher man die beiden Laufwerke synchron rotiren laßt; diese steht aber wieder in Beziehung zur Dauer des bei jedem Anschlagen einer Taste in die Leitung tretenden Stromes und dadurch indirect auch zur Länge und zum Isolationszustand der Leitung. Beschäftigen wir uns daher zunächst einen Augenblick mit der Dauer des Stromes.

Die Dauer des in die Linie tretenden Stromes ist bedingt durch die Dauer des Contactes der Reiberschiene r mit den Stiften q, und diese hängt ab von der Länge der Schiene r und der Rotationsgeschwindigkeit ihrer Welle. Die Länge jener Schiene ist aber durch Anforderungen, die im Spiel des Apparates ihre Begründung finden, auf gewisse Grenzen eingeschränkt: der Strom darf nicht mehr andauern, wenn die Daumenwelle ihren Umlauf vollendet, weil er sonst den Elektromagnet nochmals in Thätigkeit setzen würde, er muß viel-



mehr schon einige Zeit vorher unterbrochen werden. Während eines Umganges der Daumenwelle rückt aber, wie wir sahen, der Läufer um 4 Stiftintervalle vor, mithin darf die Länge der Schiene r nicht mehr als höchstens 4 Stiftintervalle betragen, weil sonst in dem Augenblicke wo die Daumenwelle in ihre Ruhelage zurückkehrt, die Verbindung mit der Batterie noch bestehen würde. Herr Hughes hat dieselbe zur größeren Sicherheit noch etwas kürzer gewählt und ihre eine Länge von 3 Stiftintervallen gegeben. Die Dauer des Stromes beträgt also bei dieser Construction stets $\frac{3}{28}$ eines Umlaufes der Typenwelle und man hat nun in jedem Falle den obwaltenden Umständen entsprechend die Geschwindigkeit der Laufwerke so zu wählen, daß diese Strombauer auch zur Ingangsetzung des fernen Apparates ausreicht. Man wird also für die Typenwellen bei kurzen und gut isolirten Leitungen eine größere, bei langen oder mangelhaft isolirten Leitungen, sowie bei schwachen Batterien, eine geringere Zahl von Umläufen pro Minute wählen müssen. Nach beiden Richtungen hin bestehen indeß Grenzen welche ohne Nachtheil nicht überschritten werden dürfen.

Eine gewisse, nicht unbedeutende, Geschwindigkeit ist unerläßlich wenn das Spiel der verschiedenen Apparattheile prompt und sicher erfolgen soll; namentlich vermag der Fortsatz n_1 der Klinke der Einrückvorrichtung F nur dann an der schrägen Fläche des Prisma m in die Höhe zu steigen und dadurch die Aushebung der Klinke und die Feststellung der Daumenwelle zu bewirken, wenn sie mit einer gewissen Geschwindigkeit gegen dieselbe trifft. Bei weniger als 40 Umgängen der Typenwelle in der Minute vermag sie dies nicht; dies ist also die untere Grenze der Geschwindigkeit des Laufwerkes.

Bei zu großer Geschwindigkeit der Typenwelle dagegen — 150 Umgänge pro Minute und mehr, — vermag das Druckwerk nicht mehr zu folgen; auch arbeiten bei so großen Geschwindigkeiten die Apparate weniger sicher, ihre Theile erleiden dann auch eine stärkere Abnutzung und sind mehr der Beschädigung ausgesetzt, während die Leistung nicht einmal in entsprechendem Maße sich steigert.

Gewöhnlich wird daher eine Geschwindigkeit von 110 bis 120 Umgängen der Typenscheibe in der Minute angewendet, welche für Linien von 50 bis 70 Meilen ausreicht. Bei längeren Linien — von 80 bis 90 Meilen — gestattet man der Typenwelle nur 90 bis 100 Umgänge in der Minute.

An längeren Unterseelinien kann der Hughes'sche Apparat in der vorbeschriebenen Einrichtung nicht arbeiten; seine Typenwelle dürfte für diesen Zweck nur 18 bis 20 Umgänge pro Minute machen; der Herr Erfinder hat ihn indeß durch einige Abänderungen, namentlich dadurch, daß er das Prisma m federnd einrichtete, auch für solche Zwecke brauchbar gemacht.

Durch mangelhafte Isolation der Leitungen wird die Wirksamkeit des Apparates nicht erheblich beeinflußt; ist der Zustand bleibend, so ist ihm durch passende Regulirung leicht zu begegnen; während der Correspondenz eintretende neue Fehler machen nur eine Nachregulirung nöthig; ist die Isolation zu mangelhaft oder die Linie zu lang, so können auch Relais und Uebertrager in Anwendung gebracht werden. Schwankungen des Isolationszustandes in Folge von Aenderungen der Witterungsverhältnisse längs der Linie sollen die Correspondenz nicht erheblich stören, weil diese meist allmählig eintreten. Bei Gewittern erscheinen hin und wieder fremde Buchstaben auf dem Papierband, doch wird die Correspondenz sonst nicht unterbrochen.

Leistung des Apparates. Das Maximum der Leistungsfähigkeit des Apparates hat Herr **Blavier** durch Rechnung zu ermitteln versucht. Er geht dabei von der oben (S. 232) begründeten Thatsache aus, daß das zum Abtelegraphiren eines jeden Buchstabens erforderliche Zeitintervall zwischen $\frac{5}{28}$ und $\frac{32}{28}$ eines Umganges der Typenwelle beträgt, und nimmt, in Ermangelung eines näheren Anhaltes hinsichtlich der Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Buchstaben und ihrer Aufeinanderfolge in der Schrift an, daß der Mittelwerth jener beiden Grenzen, also $\frac{37}{56}$ eines Umlaufes der Typenwelle, die durchschnittlich zum Abdruck eines Buchstabens erforderliche Zeit sei, daß also bei jedem Umlaufe der Typenscheibe durchschnittlich $\frac{56}{37}$ Buchstaben gedruckt werden. Dann ergiebt sich für die gewöhnliche Geschwindigkeit der Typenscheibe von 120 Umgängen in der Minute eine Leistung von 185 Buchstaben oder — da wir durchschnittlich 5 Buchstaben und ein Trennungsintervall auf **ein** Wort zu rechnen haben, — von 31 Worten in der Minute.

Eine analoge Rechnung ergiebt für eine Geschwindigkeit der Typenscheibe von

100 Umgängen: 154 Buchstaben oder 26 Worte in der Minute,
und von 150 " : 231 " " 38 " " " "

Dies Rechnungsresultat ist aber aus dem schon oben angedeuteten Grunde zu niedrig; es wird von der wirklichen Leistung eines einigermaßen geübten Telegraphisten häufig übertroffen, wenn die Buchstabenfolge in der Depesche eine einigermaßen günstige ist. Auch ist die Sprache in der die Depesche abgefaßt ist, in dieser Beziehung nicht ohne Einfluß: in der französischen Sprache ist die Buchstabenfolge im Allgemeinen etwas günstiger für den fraglichen Zweck als in der deutschen, und es lassen sich daher französische Depeschen etwas schneller abtelegraphiren als deutsche von gleicher Buchstabenanzahl.

Um einen Anhalt für die wirkliche Maximal-Leistung des Apparats zu erlangen, telegraphirte ein sehr geübter Beamter in meiner Gegenwart eine Gruppe von 12 in französischen Depeschen häufig vorkommenden Worten mit günstiger Buchstabenfolge mehrmals hintereinander ab. Das Ergebniß dieses Versuches war bei der gewöhnlichen Rotations-Geschwindigkeit des Apparates: 270 Typen oder 45 Worte in der Minute. Dies möchte also vorläufig als Maximalleistung zu betrachten sein.

Die wirkliche Leistung des Apparates in der Praxis ist natürlich geringer; sie wechselt selbstverständlich sehr mit dem Grade von Uebung welche die Telegraphisten erlangt haben und hängt auch von der Länge und dem Zustand der Leitung, sowie von der Häufigkeit von Richtungswechseln in der Correspondenz ab. Wir lassen einige Betriebsresultate aus neuster Zeit — Ende April d. J. — hier folgen:

Es wurden mit dem **Hughes'**schen Apparate befördert

zwischen **Berlin** und **Frankfurt a. M.**:
in 9 Stunden 357 Depeschen, also pro Stunde $39\frac{2}{3}$ Depeschen;
zwischen **Berlin** und **Wien**:
in 9 Stunden 308 Depeschen, " " $34\frac{2}{9}$ "
zwischen **Berlin** und **Paris**:
in 9 Stunden 354 Depeschen, " " $39\frac{1}{3}$ "

In einem ganzen Nachmittagstagesdienst ferner wurden gewechselt, ohne Abrechnung der Pausen, wo zufällig keine Depeschen vorlagen,

mit Paris in $7\frac{1}{4}$	Stunden	283	Depeschen,	d. i.	pro Stunde	39	Depeschen,
„ Wien in $6\frac{2}{15}$	„	269	„	„	„	$40\frac{1}{3}$	„
„ Wien in 7	„	229	„	„	„	$32\frac{5}{7}$	„

Die Länge einer Depesche kann im Durchschnitt zu 30 Worten — 20 Worte Text und 10 Worte an amtlichen Bemerkungen — gerechnet werden.

In kürzeren Zeitabschnitten, wenn die Correspondenz glatt von Statten geht, ohne viel Correcturen und ohne häufige Richtungswechsel, ist die Leistung oft eine weit beträchtlichere; es ergeben sich dann häufig 45, 50 und mehr Depeschen in einer Stunde; bei einer Gelegenheit wurden sogar in einer Stunde 54 Depeschen befördert, unter denen sich eine von 69 Worten befand.

Mehrfach sind auch 20 bis 30 Depeschen in ebensoviel Minuten gewechselt worden. Das Abtelegraphiren einer Depesche selbst beansprucht in der Regel nur $\frac{3}{4}$ bis 1 Minute; die übrige Zeit entfällt auf die Collationirung und auf Correcturen. Es stimmt dies nahe genug mit dem oben erwähnten Versuch zur Ermittelung der Maximalleistung überein, bei welchem das Abtelegraphiren von 30 Worten einen Zeitaufwand von $\frac{2}{3}$ Minuten erforderte.

Der Hughes'sche Apparat arbeitet also auch in der Praxis erheblich schneller als der Morseapparat, mittelst dessen man höchstens 20 Depeschen in der Stunde befördern kann.

Die Preußische Telegraphen-Verwaltung hat diesen Apparat seit etwas mehr als 1 Jahr in Gebrauch genommen; sie besitzt bis jetzt 8 Exemplare desselben, von denen 1 in Frankfurt a. M., 1 in Warschau und 6 in Berlin sich befinden; von letzteren sind 4 unausgesetzt in Activität für die Correspondenz mit Paris, Wien, Warschau (resp. St. Petersburg) und Frankfurt a. M., während die anderen beiden als Reserveapparate und zur Einübung der Telegraphisten benutzt werden.

Zur Statistik der Preußischen Telegraphenanlagen im Jahre 1865.

Am 1. Januar 1865 betrug die Länge der in Betrieb stehenden Preußischen Staatstelegraphenlinien (mit Ausschluß der für die Privatcorrespondenz nicht eröffneten kurzen Linien nach den Königl. Schlössern Sanssouci, Neues Palais und Babelsberg bei Potsdam) 1754,10 geogr. Meilen und die Gesammtlänge der Dräthe auf diesen Linien 5473,80 geogr. Meilen.

Im Laufe des Jahres 1865 bis inclusive 1. Januar 1866 wurden folgende neue Linien in Betrieb gesetzt:

	geogr. Meilen.	Linien.	Leitungen.
eine Linie von Altenkirchen bis Wittower Posthaus . .	4,65		
= = = Frankfurt a. O. über Drossen, Zielenzig, Schwiebus, Meseritz nach Züllichau . .	16,69		
= = = Sondershausen über Frankenhausen, Artern nach Querfurt	8,23		
= = = Slawentzitz nach Gr. Strehlitz	1,73		
= = = Stolp nach Stolpmünde.	2,51		
= = = Glatz nach Reinerz	2,85		
= = = Arnstadt nach Stadtilm	1,80		
= = = Neustettin über Baldenburg, Rummelsburg nach Bütow	11,49		
= = = Neustadt a. O. über Rudolstadt nach Blankenburg	6,12		
= = = Landsberg a. W. über Schwerin nach Birnbaum	8,44		
= = = Crefeld üb. Uerdingen, Mörs, Rheinberg, Xanten, Calcar nach Cleve	10,22		
= = = Empel nach Bocholt	2,44		
= = = Ohlau über Gnadenfrei nach Reichenbach .	6,96		
= = = Straßburg in Westpreußen über Neidenburg bis zum Kreuzungspunkt bei Rössel	32,98		
= = = Greifenberg nach Schwiersen an der Linie zwischen Cammin und Treptow	2,42		
und eine neue Stangenreihe an der Linie von Berlin nach Halle .	21,83		
sämmtlich mit einfacher Leitung, Gesammtlänge in Summa		144,36	144,36
ferner mit doppelter Leitung:			
die Schleifenlinien: nach Suderode	0,40		
= = = Friedeberg, in der Neumark . . .	0,85		
= = von Bensberg nach Gladbach	0,50		
= = = Borghorst nach Burgsteinfurth .	0,66		
= = = Vetschau nach Calau.	0,07		
= = = Königshütte nach Schwientochlowitz	0,46		
Latus .	2,94	144,36	144,36

		Linien.	Leitungen.
Transport	2,94	144,36	144,36
die Schleifenlinien: von Grizehne nach Barby	0,97		
= = = Büchen nach Lauenburg a. d. Elbe	1,88		
= = nach Vlotho	0,69		
= = von Empel nach Rees	0,55		
= = nach Bleicherode	0,50		
und ein Kabel mit 2 Leitungen von Arcona nach Schweden	11,49		
		19,02	38,04
Also neue Linien in Summa:		163,38	182,40

Neue Nebenleitungen an bestehenden Linien wurden außerdem hergestellt an den Strecken:

	Drathlänge, geogr. Mln.		
von Stettin über Stargard nach Cöslin	23,31		
= Cöln über Trier bis zur franz. Grenze	34,56		
= Königsberg bis zur russ. Gr. bei Eydtkuhnen	20,71		
= Schwierfen über Cammin nach Swinemünde	11,66		
= Essen über Mülheim a. Ruhr nach Duisburg	3,30		
= Berlin über Stralsund nach Arcona zum Anschluß an die unterseeische Leitung	33,14		
= Stettin über Stralsund nach Arcona zum Anschluß nach Schweden	21,67		
= Coblenz bis zur nassauischen Grenze	0,64		
= Danzig über Elbing nach Königsberg	26,83		
= Berlin über Kohlfurt nach Seidenberg (österr. Gr.)	36,41		
= Breslau über Görlitz, Kohlfurt bis zur sächs. Gr.	22,09		
= Hamburg, Wittenberge, Magdeburg, Halle bis zur sächsischen Grenze	51,21		
= Frankfurt a. M. nach Herbesthal	49,01		
= Berlin über Frankfurt a. O., Straßburg bis Königsberg	114,25		
= Hamburg bis Reinbeck, 2 Leitungen	2,78		
= Halle bis zur Bayerischen Grenze	32,27		
= Emmerich nach Empel	1,70		
= Rastenburg bis zum Kreuzungspunkte bei Rössel	2,56		
= Cosel nach Slawentzitz	2,40		
= Breslau nach Ohlau	3,54		
		—	494,04
Also Zugang in Summa		163,38	676,44
Dagegen kamen in Abgang wegen Aufgabe der Station Wiesbaden, Abgabe der Linie Wiesbaden-Bingerbrück und durch Verlegung von Leitungen und Stationen		10,77	20,74
Mithin wirkliche Zunahme im Jahre 1865		152,61	655,70

Es stellt sich also für das Jahr 1865 im Ganzen:

der Zugang an Linienlänge auf 152,61 geogr. Mln.
= = = Leitungslänge auf 655,70 = =

Am 1. Januar 1866 betrug somit die Länge der Linien des preuß. Telegraphennetzes 1906,71 geogr. Meilen und die Gesammtlänge der Drathleitungen 6129,50 geogr. Meilen.

Außer den vorstehend aufgeführten Linien wurde eine pneumatische Verbindung zwischen dem Telegraphengebäude in Berlin und dem Börsengebäude daselbst hergestellt.

An den neugebauten Linien und an einigen älteren wurden im Laufe des Jahres 1865 — vom 2. Januar 1865 bis einschließlich 1. Januar 1866 — 82 neue Vereinsstationen eröffnet, nämlich:

1	Station	Bitburg	am	15. Januar 1865,
1	=	Spandau	=	20. =
3	=	Wald, Rade vorm. Wald, Wittstock	=	1. Februar,
1	=	Brüm	=	10. =
3	=	Kattowitz, Wüstewaltersdorf, Schleiden	=	15 =
1	=	Rheine	am	1. März,
1	=	Pritzwalk	=	15. =
3	=	Nauen, Tannhausen, Grottkau	=	1. April,
1	=	Braunsberg	=	1. Mai,
1	=	Wittower Posthaus	=	15. =
2	=	Gütersloh, Suderode	=	1. Juni,
3	=	Bleicherode, Liebeseele, Miloslaw	=	1. Juli,
4	=	Drossen, Zielenzig, Schwiebus, Meseritz	=	15. =
3	=	Frankenhausen, Friedeberg i. Neum., Arcona (Untersuchungsstation für die unterseeische Leitung)	=	1. August,
2	=	Vetschau, Gr. Strehlitz	=	10. =
3	=	Stolpmünde, Falkenburg, Reinerz	=	15. =
4	=	Cüstrin, Blankenburg, Stadtilm, Rudolstadt	=	1. September,
1	=	Perl	=	5. =
3	=	Bütow, Rummelsburg, Baldenburg	=	20. =
5	=	Eydtkuhnen, Strehlen, Nimptsch, Paderborn, Bergisch Gladbach	=	1. October,
1	=	Stallupönen	=	10. =
1	=	Gnadenfrei	=	20. =
12	=	Sensburg, Rössel, Bischofsburg, Mensguth, Soldau, Lautenburg, Samter, Altena, Querfurt, Calau, Barby, Artern	=	1. November,
3	=	Bocholt, Ortelsburg, Willenberg	=	10. =
1	=	Schönfließ	=	15. =
6	=	Schwerin a. W., Birnbaum, Zabrze, Königshütte, Mörs, Cleve	=	1. December,
4	=	Pröculs, Rheinberg, Xanten, Siegburg	=	10. =
3	=	Nicolai, Morgenroth, Rees	=	20. =
5	=	Steele, Borghorst, Lauenburg a. Elbe, Mölln, Ratzeburg	=	1. Januar 1866
Summa 82	Stationen			

Dagegen wurde eine Station — die zu Wiesbaden — im Laufe des Jahres 1865 (am 1. December) aufgehoben.

Die neuen Stationen sind, mit Ausnahme der beiden Stationen Eydtkuhnen und Kattowitz, sämmtlich Stationen dritter Klasse.

Station Eydtkuhnen wurde als Station zweiter Klasse eröffnet,
= Kattowitz wurde bald nach Eröffnung in Station zweiter Klasse verwandelt.

Von den älteren Stationen dritter Klasse wurden 18 Stationen, nämlich:

Beuthen in Oberschlesien, Bielefeld, Ostrowo, Homburg v. d. H., Landsberg, Brieg, Glatz, Schweidnitz, Waldenburg, Mülheim a. d. Ruhr, Ruhrort, Guben, Hagen, Insterburg, Pillau, Neidenburg, Grünberg und Gladbach in Stationen zweiter Klasse umgewandelt.

Eine Station erster Klasse — Potsdam wurde in Station zweiter Klasse, und 8 Stationen zweiter Klasse — Gotha, Aachen, Düsseldorf, Elberfeld, Saarbrück, Thorn, Cöslin und Stralsund wurden in Stationen erster Klasse umgewandelt.

Am 1. Januar 1866 waren mithin im Ganzen 469 Stationen in Betrieb, nämlich:

24 Stationen erster Klasse,
64 Stationen zweiter Klasse und
381 Stationen dritter Klasse.

Apparate waren in Thätigkeit 1060.

Den Dienst auf den Stationen und Linien versahen zur gedachten Zeit:

15 Oberbeamte,
86 Telegraphensecretaire,
3 Telegraphenassistenten,
434 Obertelegraphisten,
209 Telegraphisten,
159 Probisten,
117 Boten,
140 Hülfsboten.

Der Umfang des Depeschen-Verkehrs im Jahre 1865 erhellt aus den nachfolgenden Tabellen.

A. Uebersicht der auf den preußischen Telegraphen-

Stationen.	Internen Depeschen.	Anzahl								
		Vereinsdepeschen für								
		Baden.	Bayern.	Hannover.	Mecklenburg.	Niederlande.	Oesterreich.	Sachsen.	Württemberg.	Summa.
Berlin, Centralstation	160016	1774	5083	6081	2557	4617	21373	14625	986	57096
" Börse	27272	49	168	438	141	70	4674	1975	20	7535
" Post	2335	9	13	16	14	1	45	60	5	163
Hamburg	70215	554	1746	18	3482	110	9836	5037	405	21188
Breslau	70131	324	762	717	130	270	11641	2479	160	16483
Stettin	54032	88	171	657	563	880	1137	820	35	4351
Cöln	41644	1392	3000	1659	12	4038	1303	599	512	12515
Frankfurt a. M.	42003	—	22	2906	105	7654	158	1654	—	12499
Königsberg i. Pr.	31733	46	158	342	26	1144	377	290	4	2387
Danzig	20297	14	56	282	92	1126	358	131	4	2063
Magdeburg	26521	230	867	1654	139	298	1023	2310	134	6655
Posen	19767	20	293	42	17	12	357	409	6	1156
Elberfeld	10338	230	396	372	—	522	345	314	305	2484
Lübeck	8384	22	81	609	616	71	62	219	13	1693
Memel	8289	4	5	119	35	165	53	25	3	409
Wiesbaden	5789	656	1253	168	47	325	534	147	128	3258
Düsseldorf	10897	287	485	485	28	915	144	154	91	2589
Aachen	8269	141	420	166	8	610	170	286	58	1859
Halle a. S.	9550	41	468	333	50	91	257	1916	48	3204
Coblenz	9506	390	1493	96	8	363	132	72	69	2623
Crefeld	6357	69	198	118	—	823	195	126	40	1569
Bromberg, Hauptstation	3805	14	20	11	4	3	47	37	—	136
" Filialstation	7953	6	8	12	12	3	47	39	—	127
Bonn	6958	153	320	87	25	266	125	80	28	1084
Swinemünde	5536	6	8	8	47	10	5	6	1	91
Tilsit	5367	2	7	3	—	—	18	31	1	62
Stralsund	7609	11	18	61	244	58	25	64	2	483
Frankfurt a. O.	9220	38	100	65	16	13	133	511	21	897
Erfurt	6228	137	575	135	13	19	345	675	47	1946
Cassel	6250	353	426	—	42	23	434	554	65	1897
Liegnitz	6381	8	40	17	18	3	117	393	6	602
Potsdam	6479	55	54	60	48	12	81	186	13	509
Thorn	6256	—	12	9	4	—	54	64	—	143
Dortmund	5159	52	100	450	9	174	30	71	17	903
Görlitz	5763	15	48	15	9	4	291	1058	4	1444
Braunschweig	7026	102	189	10	61	53	256	547	64	1282
Münster	4243	17	72	612	4	201	31	44	14	995
Barmen	4683	70	354	209	1	216	242	419	120	1631
Duisburg	4082	156	321	150	—	871	16	43	23	1580
Hamm	3368	22	36	356	5	147	18	34	8	626
Halberstadt	4407	12	73	302	6	36	80	151	1	661
Elbing	6981	3	23	48	8	8	25	37	4	156
Latus	767099	7572	19942	19898	8646	26225	56594	38692	3465	181034

stationen im Jahre 1865 angekommenen Depeschen.

der internationalen Depeschen aus																						
Belgien.	Dänemark.	Frankreich.	Griechenland.	Großbritannien und Irland.	Jonische Inseln.	Italien.	Kirchenstaat.	Malta.	Moldau und Walachei.	Portugal.	Rußland u. Polen.	Schweden und Norwegen.	Schweiz.	Serbien.	Spanien.	Türkei.	Afrika.	Amerika.	Asien.	Australien.	Summa.	Gesammtzahl der Depeschen.
1936	356	8776	14	5750	—	660	117	10	100	63	6949	383	1511	2	96	55	6	8	3	—	26795	243907
22	2	83	—	568	—	5	—	—	—	—	170	2	8	—	—	—	—	—	—	—	860	35667
6	8	11	—	5	—	—	—	—	—	—	27	23	8	—	—	1	—	—	—	—	89	2587
2772	5282	6407	9	5993	24	465	17	1	24	346	3233	3075	780	8	649	36	24	6	47	—	29198	120601
133	73	654	—	1046	—	35	5	—	12	—	2074	24	202	1	8	11	1	1	2	—	4282	90896
527	480	907	1	4726	—	82	—	2	—	3	1531	579	43	—	111	4	2	2	—	—	9000	67383
3736	7	3265	3	2049	1	80	12	—	—	4	87	28	325	—	22	12	1	1	—	—	9633	63792
3888	36	5536	—	9255	—	1	1	—	4	7	426	63	—	—	49	1	—	224	—	—	19491	73993
268	1	289	—	2175	1	15	1	—	2	—	3363	147	52	—	4	2	2	—	1	—	6323	40443
351	292	423	—	4316	—	7	—	3	1	3	1275	351	25	—	31	7	1	—	1	—	7087	29447
123	21	441	3	910	—	119	—	—	—	—	167	54	50	—	54	7	—	—	—	—	1949	35125
40	—	54	—	9	—	5	11	—	2	—	366	—	21	—	—	1	—	—	—	—	509	21432
133	2	545	—	1470	—	225	8	—	—	3	105	12	217	—	3	3	—	—	6	—	2732	15554
34	904	170	—	259	—	12	—	—	—	—	1100	631	17	—	3	—	—	—	—	—	3130	13207
463	2	70	—	1351	—	6	—	—	—	3	1638	38	—	—	35	—	1	—	—	—	3607	12305
218	—	884	1	267	—	20	1	—	15	7	392	4	161	—	3	1	—	—	—	—	1974	11021
320	—	219	2	503	—	13	1	—	—	7	15	4	52	—	13	1	—	—	—	1	1150	14636
2496	3	692	—	218	—	21	3	—	1	2	97	45	79	—	5	2	—	—	—	—	3665	13793
4	—	20	—	108	—	13	—	—	—	1	12	1	47	—	—	2	—	—	—	—	208	12962
253	10	333	—	338	—	6	4	1	5	2	22	4	34	—	3	1	1	—	—	—	1017	13146
138	—	475	—	407	—	667	1	—	—	—	24	2	262	—	1	—	2	—	—	—	1979	9905
3	2	10	—	6	—	—	—	—	—	—	91	—	3	—	—	—	—	—	—	—	115	4056
5	2	7	—	7	—	1	—	—	—	—	283	—	3	—	—	—	—	—	—	—	308	8388
210	—	210	1	323	—	10	2	—	—	—	28	—	69	—	3	—	—	—	1	—	857	8899
32	27	27	—	168	—	—	—	—	—	—	24	17	2	—	2	—	—	—	—	—	299	5926
1	—	2	—	4	—	6	1	—	—	—	479	—	1	—	—	—	—	—	—	—	494	5923
38	49	33	—	508	—	5	—	2	—	—	21	96	7	—	5	4	—	—	—	—	768	8860
3	—	22	—	86	—	5	—	—	3	—	19	5	15	—	—	—	—	—	—	—	158	10275
19	12	22	—	32	—	3	—	—	1	1	24	3	13	—	—	—	—	—	—	—	130	8304
109	—	327	—	84	—	31	1	—	—	1	16	16	47	—	1	8	3	—	—	—	644	8791
3	1	8	—	12	—	1	—	—	—	—	9	—	4	—	—	—	—	—	—	—	38	7021
6	1	33	—	28	—	18	—	—	—	—	26	8	25	—	—	—	—	—	—	—	145	7133
8	—	21	—	8	—	1	—	—	—	—	1000	—	4	—	—	—	—	—	—	—	1042	7441
83	1	27	—	57	—	—	—	—	3	—	6	1	17	—	1	—	—	—	—	—	196	6258
5	—	16	—	8	—	13	—	2	—	—	23	1	13	—	—	1	—	—	1	—	83	7290
44	9	54	—	124	—	4	—	—	6	—	45	4	56	—	3	—	—	—	—	—	349	8657
56	1	63	—	133	—	7	6	—	—	—	7	1	7	—	—	1	1	—	—	—	283	5521
214	—	279	—	1090	—	107	2	—	—	11	98	22	148	—	7	4	1	—	—	—	1983	8297
78	1	37	—	108	—	3	—	—	—	—	5	3	22	—	—	—	—	—	—	—	257	5919
21	—	18	—	10	—	2	—	—	—	—	3	—	13	—	—	—	—	—	—	—	67	4061
2	—	78	—	109	—	—	—	—	—	—	38	31	8	—	—	—	—	—	—	—	266	5334
6	—	8	—	34	—	—	—	—	—	—	85	1	6	—	1	1	—	—	—	—	142	7279
18807	7585	31556	34	44662	26	2674	194	21	179	464	25403	5679	4377	11	1113	166	46	242	62	1	143302	1,091435

A. Angekommene

Stationen.	Internen Depeschen.	Anzahl								
		Vereinsdepeschen aus								
		Baden.	Bayern.	Hannover.	Mecklenburg.	Niederlande.	Oesterreich.	Sachsen.	Württemberg.	Summa.
Transport	767099	7572	19942	19898	8646	26225	56594	38692	3465	181034
Ratibor	4579	45	26	7	3	—	956	42	8	1087
Kreuznach	3088	319	664	63	3	109	79	51	47	1335
Bielefeld	2677	19	34	465	2	44	15	57	11	647
Cöslin	3793	3	11	3	15	—	5	18	5	60
Cöthen	3991	18	153	96	5	9	108	439	2	830
Dessau	3030	15	70	97	13	4	123	950	8	1280
Eisenach	1874	37	270	88	9	13	44	315	25	801
Gießen	2144	197	201	100	4	18	24	53	24	621
Gladbach (München=)	2005	13	197	65	1	326	30	70	11	713
Glogau	4654	3	36	14	10	—	141	142	1	347
Gotha	2629	59	19	151	10	14	23	220	22	518
Gumbinnen	2432	—	12	4	2	1	13	77	6	115
Minden	1642	6	15	233	2	28	9	25	1	319
Myslowitz	1446	1	5	3	—	—	535	35	—	579
Neisse	3330	4	8	6	1	2	164	43	—	228
Saarbrück	1776	264	570	13	2	29	23	44	151	1096
Torgau	810	6	4	25	2	—	55	494	1	587
Ostrowo	2088	—	6	—	—	7	8	15	—	36
Trier	3257	57	206	22	1	45	25	31	15	402
Iserlohn	1522	18	42	55	6	40	57	42	15	275
Landsberg a. W.	3322	4	10	5	16	—	22	46	—	103
Prenzlau	2583	—	4	6	174	—	6	26	—	216
Nordhausen	4078	29	162	352	4	1	30	182	7	767
Siegen	1569	17	100	59	—	22	12	22	15	247
Wolgast	2160	—	—	3	175	7	2	16	—	203
Weimar	2459	59	130	80	38	128	10	18	12	475
Wittenberge	1751	2	11	25	49	—	27	42	1	157
Summa	837788	8767	22908	21938	9193	27072	59140	42207	3853	195078
Schlußsumme der 69 größeren Stationen pro 1865	837788	8767	22908	21938	9193	27072	59140	42207	3853	195078
Die übrigen 316 Stationen, welche das ganze Jahr über in Betrieb standen, zus.	281138	2600	4350	5004	1985	4137	5309	9188	1584	34157
6 Badestationen zusammen	2396	10	2	12	16	1	57	28	3	129
4 Palaisstationen zusammen	1541	211	17	8	80	57	33	43	5	454
78 im Laufe des Jahres eröffnete Stationen (hierunter eine Badestation) zusammen	14919	58	130	185	89	302	314	294	8	1380
Schlußsumme aller 473 Stationen pro 1865	1,137782	11646	27407	27147	11363	31569	64853	51760	5453	231198

Depeschen.

der																						
internationalen Depeschen aus																						Gesammtzahl der Depeschen.
Belgien.	Dänemark.	Frankreich.	Griechenland.	Großbritannien und Irland.	Ionische Inseln.	Italien.	Kirchenstaat.	Malta.	Moldau und Walachei.	Portugal.	Rußland u. Polen.	Schweden und Norwegen.	Schweiz.	Serbien.	Spanien.	Türkei.	Afrika.	Amerika.	Asien.	Australien.	Summa.	
18807	7585	31556	34	44662	26	2674	194	21	179	464	25403	5679	4377	11	1113	166	46	242	62	1	143302	1,091435
—	—	9	—	2	—	1	—	—	—	—	11	—	4	—	—	—	—	—	—	—	27	5693
84	1	251	—	58	—	3	2	—	—	1	129	2	69	—	—	—	—	—	—	—	600	5023
28	—	10	—	33	2	4	—	—	—	—	29	—	7	—	—	—	—	—	—	—	113	3437
—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6	3859
3	2	10	—	21	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	—	—	—	—	—	—	48	4869
3	1	17	—	17	—	1	1	—	1	—	20	1	11	—	—	—	3	—	—	—	76	4386
7	—	30	—	19	—	1	—	—	—	—	14	3	14	—	—	4	1	—	—	—	93	2768
21	—	14	—	14	—	—	—	—	—	—	2	—	14	—	2	—	—	—	—	—	67	2832
68	4	196	—	1767	—	1	—	—	—	—	—	1	10	—	2	—	—	—	—	—	2049	4767
3	4	34	—	18	—	—	—	—	1	—	14	—	1	—	—	—	—	—	—	—	75	5076
18	1	15	—	26	—	1	—	—	—	—	24	—	6	—	2	—	—	—	—	—	93	3240
1	—	47	—	2	—	2	—	—	—	—	387	—	5	—	—	—	—	—	—	—	444	2991
5	—	7	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	15	1976
2	—	2	—	3	—	—	1	—	—	—	292	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300	2325
1	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	20	—	2	—	—		—	—	—	—	26	3584
62	—	437	—	24	—	3	1	—	—	—	2	1	87	—	—	—	—	—	—	—	617	3489
—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	7	1404
5	—	5	—	1	—	—	—	—	—	—	167	—	1	—	—	—	—	—	—	—	179	2303
113	—	129	—	16	—	—	3	—	—	—	7	—	14	—	—	—	—	—	—	—	282	3941
18	1	38	—	23	—	3	—	—	1	18	6	7	7	1	4	3	—	—	—	—	130	1927
—	—	3	—	2	—	—	—	—	—	—	23	1	2	—	—	—	—	—	—	—	31	3456
1	—	3	—	—	—	3	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	10	2809
7	—	6	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	11	—	—	—	—	—	—	—	27	4872
47	—	19	—	23	—	1	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	95	1911
35	31	10	—	224	—	1	—	—	—	—	12	9	—	—	2	1	—	—	—	—	325	2688
24	—	90	—	17	—	2	—	—	—	—	50	1	22	—	2	—	—	—	—	—	208	3142
1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	4	—	—	—	—	—	—	—	11	1919
19364	7630	32945	34	46980	28	2702	202	21	182	483	26628	5707	4682	12	1127	174	50	242	62	1	149256	1,182122
19364	7630	32945	34	46980	28	2702	202	21	182	483	26628	5707	4682	12	1127	174	50	242	62	1	149256	1,182122
2165	225	2318	9	2393	10	267	23	9	21	34	1724	134	650	3	13	27	5	1	5	1	10037	325332
1	4	2	—	6	—	—	—	—	—	—	44	1	1	—	—	—	—	—	—	—	59	2584
13	3	58	1	49	—	—	—	—	—	—	25	2	12	—	3	—	—	—	—	—	166	2161
61	6	46	4	130	—	2	2	—	2	—	315	4	25	—	—	1	1	—	—	—	599	16898
21604	7868	35369	48	49558	38	2971	227	30	205	517	28736	5848	5370	15	1143	202	56	243	67	2	160117	1,529097

B. Uebersicht der im Jahre 1865 bei den preußischen

Stationen.	Internen Depeschen	Anzahl								
		Vereinsdepeschen für								
		Baden.	Bayern.	Hannover.	Mecklenburg.	Niederlande.	Oesterreich.	Sachsen.	Württemberg.	Summa.
Berlin, Centralstation	116106	1213	3223	3865	2144	2570	10736	12383	780	36914
" Börse	65269	222	1281	1930	251	3170	8937	6213	162	22166
" Post	25572	412	1045	643	365	253	1173	2980	226	7097
Hamburg	53608	409	1724	19	3609	550	7742	5747	359	20159
Breslau	64033	347	821	654	101	246	6832	2439	184	11624
Stettin	50558	78	166	679	597	865	1134	887	43	4449
Cöln	37955	1601	3172	914	56	3591	1768	586	590	12278
Frankfurt a. M.	51308	—	8	4400	104	11282	932	2955	—	19681
Königsberg i. Pr.	28108	36	173	308	32	1018	338	299	12	2216
Danzig	18481	14	67	308	89	987	373	136	3	1977
Magdeburg	26517	242	729	1704	126	277	972	2114	133	6297
Posen	20211	23	245	28	20	8	372	420	12	1128
Elberfeld	9054	262	427	349	8	443	279	357	229	2354
Lübeck	7891	34	74	597	592	46	47	161	12	1563
Memel	8470	5	13	113	74	149	64	37	3	458
Wiesbaden	5950	602	1207	180	36	375	867	169	133	3569
Düsseldorf	10181	289	451	393	46	942	149	140	84	2494
Aachen	8630	146	675	178	6	544	164	290	54	2057
Halle a. S.	10166	46	417	363	46	42	244	1743	41	2942
Coblenz	12018	455	1925	134	13	575	239	90	81	3512
Crefeld	5309	52	197	115	2	704	165	106	27	1368
Bromberg, Hauptstation	4603	21	19	18	9	1	43	37	—	148
" Filialstation	7258	2	4	21	7	6	46	48	1	135
Bonn	6675	159	314	87	29	297	111	86	43	1126
Swinemünde	8756	3	5	16	71	28	2	9	1	135
Tilsit	5382	6	9	4	—	—	20	28	1	68
Stralsund	7605	9	20	69	316	52	18	72	2	558
Frankfurt a. O.	9796	35	126	55	25	13	152	558	23	987
Erfurt	6036	97	587	139	8	26	320	690	39	1906
Cassel	6100	396	421	12	39	99	482	606	39	2094
Liegnitz	5496	6	36	11	13	2	90	353	2	513
Potsdam	5346	41	37	81	37	10	56	115	8	385
Thorn	6457	1	13	16	4	2	73	67	1	177
Dortmund	4624	44	96	447	5	208	33	85	15	933
Görlitz	6267	8	62	32	6	4	283	1065	5	1465
Braunschweig	7443	115	184	125	66	69	234	619	63	1475
Münster	4236	29	72	564	3	214	21	49	8	960
Barmen	4152	77	338	204	2	203	257	318	95	1494
Duisburg	3813	181	287	177	1	945	18	41	19	1669
Hamm	4096	14	29	408	6	81	10	48	7	603
Halberstadt	4018	16	73	284	10	18	80	150	2	633
Elbing	6461	4	22	54	5	6	40	36	3	170
Latus	760015	7752	20794	20698	8979	30921	45916	45332	3545	183937

Telegraphenstationen aufgegebenen Depeschen.

der																						Gesammtzahl der Depeschen.
internationalen Depeschen für																						
Belgien.	Dänemark.	Frankreich.	Griechenland.	Großbritannien und Irland.	Jonische Inseln.	Italien.	Kirchenstaat.	Malta.	Moldau und Walachei.	Portugal.	Rußland u. Polen.	Schweden und Norwegen.	Schweiz.	Serbien	Spanien.	Türkei.	Afrika.	Amerika.	Asien.	Australien.	Summa.	
1483	232	6434	17	2993	10	548	71	4	70	32	6512	205	1003	15	74	60	6	5	—	—	19774	172794
849	21	2810	—	1536	—	85	—	—	1	3	2130	2	156	7	4	1	—	—	—	—	7605	95040
102	44	510	8	803	—	61	—	—	6	8	764	51	161	2	17	3	—	—	—	—	2540	35209
2462	9292	6912	15	1812	2	451	27	10	27	136	2508	4877	569	3	581	27	12	—	51	—	29774	103541
114	71	676	1	944	—	32	3	—	21	—	1826	12	219	1	6	5	—	—	2	—	3933	79590
474	523	912	6	4437	4	68	—	4	—	3	1281	555	46	1	100	6	1	1	—	—	8421	63428
3785	30	3173	3	1748	6	94	6	—	4	7	94	43	239	2	25	9	—	1	—	—	9269	59502
7919	40	2299	—	7344	1	1	—	—	14	6	371	69	—	1	9	4	2	337	—	—	18417	89406
253	195	274	1	2325	—	12	—	—	2	1	3295	213	56	3	4	4	—	—	—	—	6638	36962
268	227	342	—	4247	—	7	—	3	—	1	1732	303	16	—	20	14	—	—	—	—	7180	27638
130	18	428	3	746	—	132	—	—	1	1	105	24	41	1	53	2	—	—	—	—	1685	34499
24	1	55	—	7	—	5	9	—	1	—	329	—	16	—	—	2	—	—	—	—	449	21788
125	2	559	6	1298	6	285	—	—	—	6	85	6	172	—	8	5	1	1	12	—	2577	13985
30	1002	176	—	239	—	6	—	—	—	—	832	531	15	—	2	—	—	—	—	—	2833	12287
389	65	108	—	1201	—	2	—	—	—	1	1757	85	—	—	26	—	—	—	2	—	3636	12564
242	13	946	2	276	—	22	1	—	27	10	319	11	128	—	14	—	—	—	—	—	2011	11530
318	2	234	2	374	—	16	3	—	1	3	12	14	36	—	10	6	—	—	—	—	1031	13706
2063	4	713	—	284	—	25	3	—	1	2	69	35	91	—	6	2	—	1	—	1	3300	13987
6	1	82	—	61	—	9	—	—	—	1	15	2	36	—	—	—	—	—	—	—	213	13321
323	10	650	3	278	—	13	4	1	18	5	135	12	78	1	4	18	2	—	—	—	1555	17085
150	—	559	—	499	—	620	—	—	—	—	17	—	266	—	1	—	—	—	2	—	2114	8791
6	1	9	—	7	—	1	—	—	—	—	145	—	1	—	—	—	—	—	—	—	170	4921
1	3	6	—	2	—	1	—	—	—	—	260	2	1	—	—	—	—	—	—	—	276	7669
167	1	186	—	252	—	10	5	—	3	—	16	2	48	—	3	—	—	8	1	—	703	8504
22	29	18	—	223	—	—	—	—	—	—	30	20	1	—	—	—	1	—	—	—	344	9235
1	—	5	—	5	—	2	—	—	—	—	483	—	2	—	—	—	—	—	—	—	498	5948
30	24	36	—	327	—	4	—	1	—	—	20	89	4	—	—	1	—	—	—	—	536	8699
3	1	15	—	49	—	6	—	—	2	—	29	3	10	—	—	—	—	—	—	—	118	10901
13	2	28	—	35	—	1	—	—	—	—	19	1	11	—	—	—	—	—	1	—	111	8053
104	—	458	—	85	—	29	1	—	—	1	9	10	58	—	2	6	4	—	—	—	767	8961
—	2	6	—	7	—	—	—	1	—	—	13	—	1	—	—	—	—	—	—	—	30	6039
6	1	18	—	21	—	5	3	—	—	—	20	3	15	—	—	—	—	—	—	—	92	5823
3	—	14	—	5	—	2	—	—	—	—	768	—	2	—	—	—	—	—	—	—	794	7428
63	—	30	—	49	—	1	—	—	1	—	5	1	15	—	—	1	—	—	—	—	166	5723
8	1	15	—	21	—	8	—	—	3	—	12	1	18	—	—	—	—	—	—	—	88	7820
46	12	74	—	159	—	2	—	—	11	1	39	5	38	—	3	—	—	1	—	—	390	9308
65	2	68	—	188	—	2	6	—	—	—	9	1	5	—	—	—	—	—	—	—	346	5542
142	1	233	—	1015	—	98	—	—	—	6	51	18	89	—	8	1	—	—	—	—	1662	7308
74	—	47	—	104	—	2	—	—	—	—	1	2	17	—	—	—	—	—	—	—	247	5729
21	—	15	—	16	—	1	—	—	—	—	3	—	10	—	—	—	—	—	—	—	66	4765
10	1	91	—	102	—	2	—	—	—	—	40	43	10	—	—	—	1	—	-	—	300	4951
7	2	5	—	20	—	—	—	—	—	1	50	1	3	—	—	—	—	—	—	—	89	6720
22301	11876	30229	67	36144	29	2671	142	24	214	235	26210	7252	3703	37	980	177	30	355	71	1	142748	1086700

B. Aufgegebene

Stationen.	Internen Depeschen.	Anzahl								
		Vereinsdepeschen für								
		Baden.	Bayern.	Hannover.	Mecklenburg.	Niederlande.	Oesterreich.	Sachsen.	Württemberg.	Summa.
Transport	760015	7752	20794	20698	8979	30921	45916	45332	3545	183937
Ratibor	4410	38	30	8	3	1	913	51	9	1053
Kreuznach	2839	309	869	48	9	127	53	47	55	1517
Bielefeld	2411	17	25	408	5	63	20	77	12	627
Cöslin	3564	2	11	4	8	1	7	29	—	62
Cöthen	3860	6	150	100	6	5	109	462	4	842
Dessau	3264	14	64	91	12	8	98	841	10	1138
Eisenach	2246	42	327	93	11	20	33	301	31	858
Gießen	2380	186	142	107	7	31	21	99	34	627
Gladbach (München-)	1982	16	178	56	1	301	20	98	18	688
Glogau	5256	1	27	7	12	1	101	138	3	290
Gotha	2540	30	115	116	7	10	46	344	17	685
Gumbinnen	2172	7	8	9	2	1	10	66	3	106
Minden	1852	5	16	245	1	20	19	48	3	357
Myslowitz	1412	2	3	4	1	—	537	55	—	602
Neisse	2699	5	12	2	2	3	138	27	1	190
Saarbrück	2254	232	529	20	2	29	21	50	95	978
Torgau	1266	2	7	10	1	—	55	532	–	607
Ostrowo	2239	1	4	—	—	3	12	26	—	46
Trier	3582	66	190	23	—	36	30	29	15	389
Iserlohn	1627	16	43	37	11	28	58	37	13	243
Landsberg a. W.	3311	3	29	5	15	—	27	42	–	121
Prenzlau	2486	1	4	9	160	—	10	23	—	207
Nordhausen	3616	45	151	333	5	1	33	207	7	782
Siegen	2029	17	70	56	—	16	6	23	14	202
Wolgast	1614	2	3	7	152	4	—	12	—	180
Weimar	2017	50	118	65	32	78	22	62	23	450
Wittenberge	1798	5	9	24	67	—	13	43	—	161
Summa . . .	830741	8872	23928	22585	9511	31708	48328	49101	3912	197945
Schlußsumme der 69 größeren Stationen pro 1865	830741	8872	23928	22585	9511	31708	48328	49101	3912	197945
Die übrigen 316 Stationen, welche das ganze Jahr über in Betrieb standen, zus.	280984	2316	3499	5327	2096	4310	6845	9173	1603	35169
6 Badestationen zusammen	2674	7	4	4	19	3	58	28	4	127
4 Palaisstationen zusammen	3129	262	34	8	110	70	42	63	6	595
78 im Laufe des Jahres eröffnete Stationen (hierunter eine Badestation) zusammen	16096	58	114	255	59	320	275	342	17	1440
Schlußsumme aller 473 Stationen pro 1865	1,133624	11515	27579	28179	11795	36411	55548	58707	5542	235276

Depeschen.

der																						
internationalen Depeschen für																						Gesammtzahl der Depeschen.
Belgien.	Dänemark.	Frankreich.	Griechenland.	Großbritannien und Irland.	Jonische Inseln.	Italien.	Kirchenstaat.	Malta.	Moldau und Walachei.	Portugal.	Rußland u. Polen.	Schweden und Norwegen.	Schweiz.	Serbien.	Spanien.	Türkei.	Afrika.	Amerika.	Asien.	Australien.	Summa.	
22301	11876	30229	67	36144	29	2671	142	24	214	235	26210	7252	3703	37	980	177	30	355	71	1	142748	1,086700
—	—	9	—	4	—	2	—	—	—	—	11	—	3	—	—	1	—	—	—	—	30	5493
64	1	303	—	65	—	2	4	—	—	3	96	1	58	—	—	—	—	—	—	—	597	4953
18	2	11	—	38	—	1	—	—	1	3	18	—	2	—	—	—	—	—	—	—	94	3132
1	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6	3632
2	1	6	—	27	—	—	—	—	—	—	11	—	6	—	—	—	—	—	—	—	53	4755
1	1	14	—	12	—	1	—	—	1	—	15	1	10	—	—	—	4	—	—	—	60	4462
7	1	24	—	11	—	1	3	—	—	—	12	2	7	—	—	1	—	—	—	—	69	3173
25	—	31	—	18	—	1	—	—	—	—	3	—	19	—	3	—	—	1	—	—	101	3108
61	3	179	—	1236	—	1	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	1491	4161
2	4	27	—	14	—	—	—	—	1	—	12	—	2	—	—	—	—	—	—	—	62	5608
12	1	10	—	21	—	3	—	1	1	—	28	—	5	—	2	—	1	—	—	—	85	3310
7	—	36	—	2	1	—	—	—	—	—	364	—	4	—	—	—	—	—	—	—	414	2692
8	—	20	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	33	2242
1	—	2	—	3	—	—	—	—	1	2	167	—	—	—	—	—	—	—	—	—	174	2188
—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	1	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	12	2901
94	1	447	—	37	—	1	—	—	—	—	1	3	43	—	—	—	—	—	—	—	628	3860
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	1876
3	—	5	—	2	—	1	—	—	—	—	154	—	1	—	—	—	—	—	—	—	166	2451
136	—	168	—	15	—	1	3	—	—	1	5	—	7	—	—	—	—	—	—	—	335	4306
21	1	38	—	15	—	3	—	—	2	—	2	5	6	2	3	3	—	—	—	—	102	1972
—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	14	—	3	—	—	—	—	—	—	—	20	3452
—	—	5	—	1	—	—	—	—	—	—	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	12	2705
3	1	4	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	9	—	—	—	—	—	—	—	21	4419
34	1	12	—	22	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	75	2306
19	11	6	—	126	—	1	—	—	—	—	6	8	—	—	—	—	—	—	—	—	177	1971
7	—	69	—	8	—	6	—	—	—	—	32	—	25	—	1	—	—	—	—	—	148	2615
—	—	3	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	7	1966
22827	11905	31659	68	37833	30	2697	152	25	221	245	27174	7275	3939	39	989	182	35	356	71	1	147723	1,176409
22827	11905	31659	68	37833	30	2697	152	25	221	245	27174	7275	3939	39	989	182	35	356	71	1	147723	1,176409
2264	211	2591	16	2254	7	254	15	3	8	42	1346	306	566	2	20	23	1	4	2	—	9935	326088
—	3	3	—	8	—	1	—	—	—	—	51	—	1	—	—	—	—	—	—	—	67	2868
14	9	69	—	61	—	1	—	—	—	1	26	11	21	—	5	—	—	—	—	—	218	3942
69	7	55	1	148	1	4	—	—	6	—	293	6	22	—	—	—	—	—	—	—	612	18148
25174	12135	34377	85	40304	38	2957	167	28	235	288	28890	7598	4549	41	1014	205	36	360	73	1	158555	1,527455

C. Uebersicht der bei den preußischen Telegraphenstationen im Jahre 1865 aufgegebenen internen

Stationen	Anzahl der Staatsdepeschen. Zone. I.	II.	III.	Telegraphen-Dienstdepeschen. Zone. I.	II.	III.	Eisenbahn-Dienstdepeschen. Zone. I.	II	III.	Privatdepeschen. Zone. I.	II.	III.	Summa.
Berlin, Centralstation	622	1338	1316	389	2979	1502	8	62	16	6820	69707	31347	116106
" Börse	—	—	277	—	2	4	—	—	—	525	40704	23757	65269
" Post	84	331	117	31	39	17	—	1	—	1379	18294	5279	25572
Hamburg	80	135	15	100	289	79	2	7	1	8855	28118	15927	53608
Breslau	81	451	20	252	1162	71	2	—	1	12385	38189	11419	64033
Stettin	209	662	17	56	1040	16	18	34	2	8782	35358	4364	50558
Cöln	68	42	108	2685	226	844	8	16	14	14267	8587	11090	37955
Frankfurt a. M.	246	130	184	188	313	632	—	—	—	6894	11210	31511	51308
Königsberg i. Pr.	316	196	111	12	212	895	—	2	—	3319	13201	9844	28108
Danzig	122	83	259	141	232	409	—	—	—	3852	7983	5400	18481
Magdeburg	124	281	10	38	457	15	—	30	4	9021	14269	2268	26517
Posen	91	188	18	527	1907	56	—	—	—	2871	13496	1057	20211
Elberfeld	61	38	16	406	17	15	—	—	—	5641	1615	1245	9054
Lübeck	60	48	6	76	66	2	1	3	—	5923	1197	509	7891
Memel	4	39	8	1	14	376	—	—	—	288	5217	2523	8470
Wiesbaden	134	71	70	47	47	89	—	—	—	2670	1683	1139	5950
Düsseldorf	170	44	57	57	30	12	1	—	—	6415	2000	1395	10181
Aachen	112	22	71	230	33	22	311	15	—	4296	2012	1506	8630
Halle	105	43	1	299	625	18	1	1	—	4211	4215	647	10166
Coblenz	81	224	194	465	414	431	—	1	—	3264	5871	1073	12018
Crefeld	13	10	1	36	5	6	—	—	—	3760	770	708	5309
Bromberg, Hauptstation	130	259	15	25	473	2	1	45	21	683	2705	244	4603
" Filialstation	91	82	3	14	32	6	—	—	—	2242	4422	366	7258
Bonn	25	8	11	23	14	10	—	—	—	3734	1592	1258	6675
Swinemünde	92	32	3	24	21	1	—	—	—	6612	1722	249	8756
Tilsit	94	41	6	12	24	14	—	—	—	950	3573	668	5382
Stralsund	322	448	29	55	252	4	—	3	—	2633	3406	453	7605
Frankfurt a. O.	83	144	6	20	95	19	—	—	1	1476	7318	634	9796
Erfurt	47	63	5	10	23	4	1	65	4	2024	3220	570	6036
Cassel	6	64	1	6	64	7	1	57	—	541	4675	678	6100
Liegnitz	181	46	5	34	21	5	—	—	—	2860	1946	398	5496
Potsdam	453	92	55	70	44	15	5	15	15	2701	1457	424	5346
Thorn	91	81	16	18	185	26	—	—	—	2368	2308	1364	6457
Dortmund	53	9	4	17	10	6	1	—	—	2760	1275	489	4624
Görlitz	167	36	1	22	446	5	—	—	—	1427	3767	396	6267
Braunschweig	2	23	7	12	40	6	6	40	—	1795	5220	292	7443
Münster	40	85	76	8	11	376	1	9	2	1490	1569	569	4236
Barmen	5	1	1	14	4	3	—	—	—	2478	940	706	4152
Duisburg	24	3	4	119	11	5	1	—	—	2372	1012	262	3813
Hamm	34	21	6	423	298	392	1	—	—	1259	1226	436	4096
Halberstadt	49	3	—	20	16	5	—	—	—	1858	1934	133	4018
Elbing	21	10	7	10	24	13	1	—	—	2735	2660	980	6461
Latus	4793	5927	3137	6992	12217	6435	371	406	81	162436	381643	175577	760015

Depeschen, classificirt nach der Depeschengattung und der Länge des durchlaufenen Weges.

Stationen.	Anzahl der Staatsdepeschen. Zone. I.	II.	III.	Telegraphen-Dienstdepeschen. Zone. I.	II.	III.	Eisenbahn-Dienstdepeschen. Zone. I.	II.	III.	Privatdepeschen. Zone. I.	II.	III.	Summa.
Transport	4793	5927	3137	6992	12217	6435	371	406	81	162436	381643	175577	760015
Ratibor	45	37	16	13	20	391	—	1	2	1133	1712	1040	4410
Kreuznach	4	5	6	76	8	5	3	3	—	1192	1092	445	2839
Bielefeld	7	5	1	3	8	5	—	—	—	713	1229	440	2411
Cöslin	112	85	4	2	434	5	—	—	—	908	1777	237	3564
Cöthen	15	1	—	5	14	3	—	—	—	2233	1394	195	3860
Dessau	29	18	—	9	10	1	—	3	—	1155	1824	215	3264
Eisenach	101	35	11	8	29	1	—	3	—	888	1068	102	2246
Gießen	27	10	3	9	2	1	1	4	—	1304	799	220	2380
Gladbach (München-)	29	2	1	11	5	3	1	—	—	1249	369	312	1982
Glogau	75	38	3	5	20	4	—	—	—	1457	3387	267	5256
Gotha	60	66	5	6	34	—	—	1	—	1017	1162	189	2540
Gumbinnen	42	58	34	6	11	9	—	—	—	679	621	712	2172
Minden	25	64	2	4	16	—	—	6	—	392	1260	83	1852
Myslowitz	17	11	8	1	30	10	—	—	—	400	646	289	1412
Neisse	14	2	11	31	10	9	—	—	—	1868	370	384	2699
Saarbrück	36	31	30	6	332	6	—	2	—	487	1029	295	2254
Torgau	19	12	1	6	373	—	—	—	—	240	566	49	1266
Ostrowo	18	11	—	4	17	2	—	—	—	685	1445	57	2239
Trier	40	31	13	6	52	373	—	—	—	948	1804	315	3582
Iserlohn	17	—	1	11	3	2	—	—	—	1115	341	137	1627
Landsberg a. W.	19	18	2	7	53	—	—	—	—	500	2564	148	3311
Prenzlau	19	26	—	8	6	—	1	—	—	961	1434	31	2486
Nordhausen	57	8	3	8	30	2	—	—	—	1531	1756	221	3616
Siegen	14	5	—	419	14	7	1	—	—	857	590	122	2029
Wolgast	22	6	—	3	8	—	—	—	—	806	726	43	1614
Weimar	180	154	29	11	15	5	—	—	—	768	782	73	2017
Wittenberge	8	54	4	4	82	3	—	7	—	349	1251	36	1798
Summa	5844	6720	3325	7674	13853	7282	378	436	83	188271	414641	182234	830741
Schlußsumme der 69 größeren Stationen pro 1865	5844	6720	3325	7674	13853	7282	378	436	83	188271	414641	182234	830741
Die übrigen 316 Stationen, welche das ganze Jahr über in Betrieb standen, zus.	5976	1961	359	1489	1907	257	309	138	5	149694	99325	19564	280984
Die 6 Badestationen, welche nur zeitweise eröffnet waren, zusammen	22	21	9	28	19	4	—	—	—	1344	1022	205	2674
Die 4 Palaisstationen zusammen	2204	385	295	28	2	2	—	—	—	108	60	45	3129
Die 78 im Laufe des Jahres eröffneten Stationen (darunter 1 Badestation) zusammen	426	100	19	106	122	24	1	1	1	7811	6285	1200	16096
Schlußsumme aller 473 Stationen pro 1865	14472	9187	4007	9325	15903	7569	688	575	89	347228	521333	203248	1,133624

D. Uebersicht der, unter Benutzung Preußischer Telegraphenlinien, vom Ausland

Staaten aus welchen die Depeschen herrührten.	Anzahl							
	Vereinsdepeschen.							
	Baden.	Bayern.	Hannover.	Mecklenburg.	Niederlande.	Oesterreich.	Sachsen.	Württemberg.
Vereins-Staaten. Baden	1	39	1745	149	1771	120	750	15
Bayern	31	31	2077	172	1821	34	271	10
Hannover	1015	2941	8	475	65	2960	3635	555
Mecklenburg	67	234	508	12	179	248	371	31
Niederlande	1696	1728	140	207	15	3022	1068	617
Oesterreich	23	61	2672	256	3954	8	66	16
Sachsen	239	129	2875	384	1070	81	12	19
Württemberg	3	2	466	22	690	8	25	—
Summa a)	3075	5165	9491	1677	9565	6481	6198	1263
	42915							
Internationale Staaten. Belgien	49	749	362	93	1	1801	309	152
Dänemark	1	17	64	25	65	14	7	—
Frankreich	19	104	1040	180	355	126	1397	27
Griechenland	—	1	1	—	6	—	—	—
England	888	4676	2112	1501	18	14692	8244	1797
Jonische Inseln	—	—	—	—	—	—	—	—
Italien	—	4	145	15	1023	3	113	—
Kirchenstaat	—	—	7	2	101	—	1	—
Malta	—	—	6	2	9	—	—	—
Moldau und Wallachei	1	4	26	—	71	—	5	1
Portugal	2	1	105	3	6	1	14	—
Rußland und Polen	805	825	884	146	2765	515	2320	343
Schweden und Norwegen	22	57	384	214	1099	158	96	23
Schweiz	2	8	629	42	1327	5	656	—
Serbien	—	—	—	—	—	—	—	—
Spanien	1	11	173	20	42	2	28	—
Türkei	—	5	26	44	45	1	3	—
Summa b)	1790	6462	5964	2287	6933	17318	13193	2343
	56290							
Außereuropäische Staaten. Afrika	—	—	5	—	34	—	4	—
Amerika	4	3	21	—	—	1	3	—
Asien	—	—	56	2	120	—	—	—
Australien	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa c)	4	3	82	2	154	1	7	—
	253							
Summa a)	3075	5165	9491	1677	9565	6481	6198	1263
- b)	1790	6462	5964	2287	6933	17318	13193	2343
- c)	4	3	82	2	154	1	7	—
Summa Summarum	4869	11630	15537	3966	16652	23800	19398	3606
	99458							

zum Ausland beförderten Transitdepeschen, nach Adreßländern geordnet.

der

internationalen Depeschen.																					
Belgien.	Dänemark.	Frankreich.	Griechenland.	Großbritanien und Irland.	Jonische Inseln.	Italien.	Kirchenstaat.	Malta.	Moldau u. Wallachei.	Portugal.	Rußland u. Polen.	Schweden und Norwegen.	Schweiz.	Serbien.	Spanien.	Türkei.	Afrika.	Amerika.	Asien.	Australien.	Summa.
527	27	3	—	288	—	—	—	—	—	1	907	23	—	1	—	—	—	1	1	—	5369
838	48	7	—	3036	—	—	—	—	—	—	569	63	—	—	—	—	—	14	—	—	9022
53	346	398	1	434	—	148	8	6	20	164	785	498	851	—	259	16	7	—	94	—	15742
76	145	151	1	1120	—	14	1	—	3	2	110	222	46	—	13	11	—	—	—	—	3566
1	533	327	5	2	2	822	93	5	129	2	2642	1079	1217	—	1	56	6	—	209	—	15624
1867	90	24	—	13672	—	—	—	—	—	1	204	91	—	—	—	—	—	1	—	—	23006
390	42	1027	3	7211	—	25	—	—	7	10	1812	64	249	—	17	1	—	—	—	—	15667
202	6	—	—	1219	—	—	—	—	1	—	283	13	—	—	—	—	—	2	—	—	2942
3954	1237	1937	10	26982	2	1009	102	11	160	180	7312	2053	2363	1	290	84	13	18	305	—	90938
								47687										336			
9	319	2	16	—	—	5	—	—	161	—	2176	667	1	—	—	155	3	—	44	—	7074
38	—	53	—	507	—	9	2	—	—	2	73	1	6	—	6	—	—	—	—	—	890
5	478	3	1	14	7	—	—	—	60	—	7253	2978	11	1	—	28	1	—	57	—	14145
16	7	3	—	515	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	549
7	5356	8	504	56	—	83	4	627	1581	7	17872	8179	2059	16	2	4979	703	—	6776	5	82752
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	31	—	—	9	—	—	—	—	—	—	111	190	—	—	—	—	—	—	—	—	1680
4	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	23	6	—	—	—	—	—	—	—	—	150
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8	1	—	—	—	—	—	—	—	27
144	—	307	—	1522	—	1	—	—	—	—	1	12	—	—	1	—	—	—	—	—	2096
1	45	—	—	1	—	—	—	—	—	—	125	172	—	—	—	—	—	—	—	—	476
2338	130	10826	1	16460	—	268	33	2	9	97	115	26	875	—	261	4	6	9	—	—	40063
631	3	3355	11	8102	—	250	9	1	13	128	209	1	48	—	864	61	78	3	5	—	15825
13	39	1	—	414	—	—	—	—	—	—	726	42	1	—	—	1	—	—	—	—	3906
—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	81	—	—	4	—	—	—	—	—	—	242	687	—	—	—	—	—	—	—	—	1291
168	1	46	—	4501	—	—	—	—	—	—	4	42	—	—	—	—	—	—	—	—	4886
3410	6495	14605	533	32110	7	616	48	630	1824	234	28931	13011	3002	17	1134	5228	791	12	6882	5	175815
								111835										7690			
—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	51	—	—	—	—	—	—	—	—	98
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	1	—	36
27	3	30	—	7004	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	7245
—	1	—	—	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
27	5	30	—	7035	—	—	—	—	—	—	2	55	—	—	—	—	—	—	—	—	7409
								7154										2			
3954	1237	1937	10	26982	2	1009	102	11	160	180	7312	2053	2363	1	290	84	13	18	305	—	90938
3410	6495	14605	533	32110	7	616	48	630	1824	234	28931	13011	3002	17	1134	5228	791	12	6882	5	175815
27	5	30	—	7035	—	—	—	—	—	—	2	55	—	—	—	—	—	1	1	—	7409
7391	7737	16572	543	66127	9	1625	150	641	1984	414	36245	15119	5365	18	1424	5312	804	31	7188	5	274162
								166676										8028			

E. Ueber-

des Depeschenverkehrs im Jahre 1865 zwischen den Preußischen Staats-Telegraphenstationen einerseits

I. Anzahl der an preußische Eisenbahnen und die kleineren Telegraphensysteme übergebenen Depeschen.

Uebergeben an:	Interne Depeschen. Staats- von Staats-	Staats- von Bahn-	Staats- von System-	Telegr. Dienst- von Staats-	Telegr. Dienst- von Bahn-	Telegr. Dienst- von System-	Eisenb. Dienst- von Staats-	Eisenb. Dienst- von Bahn-	Eisenb. Dienst- von System-	Privat- von Staats-	Privat- von Bahn-	Privat- von System-	Vereins- und internationale Depeschen. Staatsdepeschen.	Telegraphen-Dienstdepeschen.	Eisenbahn-Dienstdepeschen.	Privatdepeschen.	Summa.
	Stationen originirend.																
preußische Bahntelegraphen	720	9	7	331	10	9	29	3	—	27398	927	353	60	98	4	6992	36950
	736			350			32			28678			7154				
die kleineren Telegraphensysteme . .	287	9	214	291	6	78	1	—	4	11747	323	3440	109	62	1	5187	21759
	510			375			5			15510			5359				
Summa . . .	1007	18	221	622	16	87	30	3	4	39145	1250	3793	169	160	5	12179	58709
	1246			725			37			44188			12513				

Erläu-

Zu den Bahnen und Systemen, deren Verkehr

A. sämmtliche in Preußen zur Annahme von Depeschen berechtigten Eisenbahnen,

Zu B. gehören zur

a) Altona-Kiel,
b) Lübeck-Travemünde,
c) Taunus-Bahn,
d) Cöthen-Bernburg,
e) Werra-Bahn,
f) Friedrich-Wilhelm-Nordbahn,

ſicht

und den Telegraphenſtationen der Eiſenbahnen und kleineren Telegraphenſyſteme andererſeits.

II. Anzahl der von preußiſchen Eiſenbahnen und den kleineren Telegraphenſyſtemen übernommenen Depeſchen.

Uebernommen von:	Interne Depeſchen. Staats-			Telegr. Dienſt-			Eiſenb. Dienſt-			Privat-			Vereins- und internationale Depeſchen				Summa.
	nach Staats-	nach Bahn-	nach Syſtem-	nach Staats-	nach Bahn-	nach Syſtem-	nach Staats-	nach Bahn-	nach Syſtem-	nach Staats-	nach Bahn-	nach Syſtem-	Staatsdepeſchen.	Telegraphen-Dienſtdepeſchen.	Eiſenbahn-Dienſtdepeſchen.	Privatdepeſchen.	
	Stationen adreſſirt.																
preußiſchen Bahntelegraphen . . .	579	8	12	272	19	6	46	4	3	31689	1342	600	54	77	17	10820	45548
	599			297			53			33631			10968				
den kleineren Telegraphenſyſtemen . .	231	9	220	216	14	28	17	—	2	11657	355	3316	233	102	6	5539	21999
	460			312			19			15328			5880				
Summa . . .	810	17	232	488	33	88	63	4	5	43346	1697	3916	287	179	23	16359	67547
	1059			609			72			48959			16848				

terung.

hier nachgewieſen iſt, werden gerechnet:

B. diejenigen Telegraphenſyſteme, mit welchen die Vermittelungsſtationen abrechnen.

Zeit die Linien:

g) Herzoglich Naſſauiſche Telegraphen,
h) Königlich Hannöverſche Bahnen,
i) Herzoglich Braunſchweigiſche Telegraphen,
k) Großherzoglich Sächſiſche Telegraphen,
l) Fürſtlich Schwarzburgiſche Telegraphen ꝛc.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallſchreiberſtraße 47.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redigirt von Dr. P. Wilhelm Brix.

Jahrgang XIII.

Inhalt:

Heft 11 und 12.

Berlin, 1866.

Verlag von Ernst & Korn.

(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung.)

(Vollständige Jahrgänge dieser Zeitschrift sind nur noch vom II. Jahrgange ab zu beziehen. Jahrgang I. ist vergriffen.)

Zur Aufnahme in diese Zeitschrift bestimmte Beiträge und Mittheilungen, sowie alle deren Redaction betreffende Briefe und Zusendungen werden unter der Adresse des Redacteurs oder unter der Adresse: Redaction der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins, Johannisstr. 10, erbeten.



Zeitschrift

des

deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins.

Herausgegeben in dessen Auftrage

von

der Königlich preußischen Telegraphen-Direction.

Redacteur Dr. P. W. Brix. Verlag von Ernst & Korn.

Heft XI und XII. Jahrgang XIII. 1866.

Morse-Correspondenz durch Stromvermehrung bei Benutzung von elektrischen Glockensignalleitungen mit constantem Strom (Ruhestrom).

Entworfen von **Rudolf Blaschke,**
k. k. österreichischer Telegraphen-Diurnist in Wien.

(Hierzu die Kupfertafel XVIII.)

Mit alleiniger Ausnahme der k. k. priv. Ferdinand-Nordbahn in Wien haben bereits alle übrigen österreichischen, sowie sehr viele ausländische Bahnen, statt der bisherigen optischen, elektrische Glockensignale eingeführt, welche in Anbetracht der vielen Vortheile, welche sie im Vergleiche mit allen anderen, bisher in Verwendung bestandenen Signalen gewähren, baldigst einer allgemeinen Einführung auch von Seite derjenigen Bahnverwaltungen sich erfreuen dürften, welche bisher vor den ersten Anschaffungskosten derselben zurückschreckten.

Das Prinzip der Einschaltung dieser Glockensignale ist folgendes: Von der Batterie der einen Station circulirt durch die Leitung und die in dieselbe eingeschalteten Elektromagnete der Signalapparate permanent Strom zur Batterie der andern Station, wodurch in normalem Zustand die Anker der Glockensignalapparate von den Elektromagneten angezogen erhalten werden.

Durch ein Unterbrechen der Leitung, entweder durch den Taster einer der verbundenen Stationen, oder auf jenen der Wächterhausapparate, lassen sämmtliche Anker der in die Linie eingeschalteten Elektromagnete los, wodurch das bei jedem derselben angebrachte Uhrwerk ausgelöst und in Thätigkeit versetzt wird; die Construction desselben ist derart, daß bei jeder Unterbrechung immer nur ein Schlag auf die beim Apparat befindliche mit dem Uhrwerk in Verbindung stehende Glocke erfolgt.

Hierdurch ist es ermöglicht, alle zwischen den beiden verbundenen Stationen liegenden Wächter, gleichzeitig durch gewisse Anzahl von Glockenschlägen und Combination in den Intervallen, sowohl vom Abgang der Züge als auch von deren Richtung, sowie von allfälligen Unglücksfällen zu verständigen; ebenso sind die Wächter im Stande, bei vorkommendem Bedarf die Station von irgend einem wichtigen Ereigniß in Kenntniß zu setzen.

Der große Nutzen, welchen mehrere verfügbare Leitungen einer Bahngesellschaft gewähren, ist ein viel zu hervorragender, als daß derselbe einer näheren erläuternden Besprechung bedürfen würde; ich hebe daher im Allgemeinen zu Gunsten einer Glockensignal-Correspondenzlinie nur den Umstand hervor, daß sowohl die ganze Zugscorrespondenz, als auch die auf Kreuzungsbestimmungen Bezug habenden Depeschen, welche doch immer nur die nächstgelegenen Stationen betreffen, gänzlich von der Hauptlinie entfallen könnten, wodurch einerseits Verspätungen von directen Correspondenzen der Hauptstationen untereinander, anderseits das lästige Unterbrechen bereits in Abtelegraphiren begriffener Depeschen weiter entfernter Stationen, durch den Vorrang besitzende Zugsanzeigen vermieden werden könnte, überhaupt noch viele andere als Consequenzen bei nur einer einzigen verfügbaren Leitung auftretende Störungen gänzlich beseitigt würden.

Der äußerst rege Verkehr der Züge auf den meisten Bahnen, sowie die Rücksicht auf rasche und möglichst directe Beförderung der den Betrieb, die Verwaltung und Controle der Bahn betreffenden Depeschen, ebenso die fortwährende Zunahme der Privatcorrespondenz, welche doch eine, zur Deckung der Kosten des Bahntelegraphenwesens nicht unerhebliche Einnahmsquelle bildet, machen gewiß bei den meisten Bahngesellschaften eine Vermehrung der Telegraphenleitungen äußerst wünschenswerth; der Kostenpunkt dürfte jedoch bisher hindernd der Einführung noch entgegenstehen.

Nachdem für die Glockensignale eine eigene Leitung ohnehin bestehen muß, so entfiele, sobald dieselbe außer zu den Signalen auch noch zur Morse-Correspondenz benützbar wäre und als sogenannte Betriebslinie in Verwendung käme, die Hälfte des Anlagecapitales, welches zur Herstellung einer eigenen Leitung erforderlich wäre, und es käme blos die Anschaffung der erforderlichen Morse-Apparate in Rechnung zu stellen.

Die Vortheile, welche bei Einschaltung der elektrischen Läutewerke der constante Strom gewährt, sind zu unbestreitbar, und ein Abgehen von diesem bereits bei allen Bahnen eingeführten Einschaltungsmodus zu Gunsten der Benützbarkeit der Linie für Morse-Correspondenz keineswegs anzurathen. Da der Strom in der Signalleitung jedoch unter allen Umständen constant bleiben muß, so bleiben zur Hervorrufung von Morse-Zeichen (ohne Aenderung der Signal-Apparat-Construction) nur zwei Wege, nämlich eine Verminderung oder eine Vermehrung der constanten Stromstärke.

Bei beiden Arten lassen sich durch entsprechend construirte Relais die Zeichen auf einen Schreibapparat übertragen.

Da jedoch die Glockensignalleitung in jeder Station eine Erdleitung erforderlich hat, so können, in Folge dessen, Morse-Zeichen ebenfalls nur von Station zu Station gegeben werden.

In diesem Falle, wenn weiter keine Anforderung gestellt wird, sind beide Arten im Allgemeinen gleich verwendbar, nur steht bei Stromverminderung zu befürchten, daß einzelne

entweder schlecht abgestellte, oder für Stromvariationen empfindlichere Signalapparate die Anker loslassen, während bei Stromvermehrung nicht der geringste die Sicherheit der Signalisirung störende Einfluß auf die Läutewerke ausgeübt wird.

Einen wirklichen reellen Werth gewinnt die Benutzung der Glockenlinie zur Correspondenz für den Bahnbetrieb jedoch erst dann, wenn man dieselbe bis zur vierten, fünften Station und nach Bedarf noch weiter ausdehnen kann.

Hierzu ist jedoch erforderlich, daß jede Signalstation entsprechend zu einer Translation für Morse eingerichtet ist, und erst hier treten die Vortheile der Stromvermehrung bemerkenswerth zu Tage.

Translationen durch Stromverminderung bedingen complicirt construirte Relais, deren Anschaffungspreis bedeutend höher zu stehen kommt und abgesehen von dem nachtheiligen Einfluß, welchen, wie bereits gesagt, die Verminderung der constanten Stromstärke auf die Verläßlichkeit der Signale ausüben kann, kommt noch die schwierigere Manipulation von Seite des dabei beschäftigten Beamten in Rechnung, so daß sich die Einführung dieses Systems weder in finanzieller Hinsicht, noch in Bezug auf Einfachheit und Verläßlichkeit empfiehlt.

Die Herstellung einer Translation durch Stromvermehrung dagegen läßt sich mit zwei gewöhnlichen Morse-Relais, deren Multiplicationsspulen blos aus entsprechend dickeren Drähten bestehen, bewerkstelligen, so daß sowohl der Anschaffungspreis ein geringerer ist, als auch in Folge der einfachen Construction und Einschaltung derselben die Manipulation damit bedeutend erleichtert ist, und überdieß die Verläßlichkeit der Signale nur erhöht, nie aber durch die zeitweilige während der Morse-Correspondenz eintretende Stromvermehrung beeinträchtigt werden kann.

Die Umschaltung der gewöhnlichen Station zur Translation geschieht durch ein einfaches Stecken eines Stiftes, so daß durch dieselbe eine Unterbrechung der Linie und in Folge dessen ein Schlagen der Signalglocken nie stattfinden kann; die Uebertragung findet durch die Relais statt, so daß für diese Linie ein eigener Schreibapparat nicht unumgänglich nothwendig wäre, sondern derjenige einer anderen freien Linie zeitweilig durch einen Localbatteriewechsel in Verwendung kommen könnte. Ebenso kann auch bei vorkommenden Unglücksfällen von einem Wächterhaus aus mit der Station gesprochen werden, sobald in jedem derselben ein einfacher Taster angebracht wird. Es folgen somit die eingehenden Erläuterungen zu den Skizzen der Schaltung auf Tafel XVIII.

Schema I.

Apparatverbindungen zur Morse-Correspondenz ohne Glockensignalapparate.

Normal:

Der Strom der Batterie in A passirt den Rheostaten und die Multiplicationsspulen des Relais, tritt in die Linie I., geht in Station B durch die Spulen des Relais I und Rheostat I zur Batterie und durch die Erde zum eigenen entgegengesetzten Batteriepole zurück. Denselben Weg hat auch der Strom der Station C zu passiren, nur geht derselbe von Linie II. durch Relais 2 und Rheostat 2 der Station B.

Dadurch daß der Strom sowohl in der eigenen wie auch in der fremden Station je einen Rheostaten zu passiren hat, wird dessen Intensität entsprechend geschwächt, so

daß wohl die Anker der Glockensignal-Elektromagnete angezogen werden, die zur Morse-Correspondenz eingeschalteten Relais jedoch in Folge der dickeren Dräthe der Multiplicationen vom geschwächten Strome nicht geschlossen werden. Durch ein Niederdrücken des Tasters in Station A oder B wird dem Strome ein widerstandsfreierer Weg eröffnet, wodurch derselbe je nach Construction des hierdurch entfallenden Rheostates entsprechend vermehrt wird, so daß durch die größere Intensität des Stromes jetzt auch die Anker der Relais angezogen werden. Es können somit die Stationen A und B oder C und B und umgekehrt B und A oder B und C Morse-Zeichen mit einander wechseln ohne daß die Glockensignale hierdurch beeinflußt werden.

Translation.

Steckt jedoch im Wechsel T. W. der Station B der Stift, so vertritt der Relais I. für Linie II. und Relais II. für Linie I. die Stelle eines Tasters, das heißt: wird in Folge des Tasterschlusses in Station A der Strom in Linie I. vermehrt, so schließt der in diese Linie eingeschaltete Relais I. der Station B, und der Strom der Linie II. geht, statt den normalen Weg durch Relais II. und Rheostat II., direct durch die Ankerstange des geschlossenen Relais I zur Batterie, wodurch der Strom in Linie II. gleichfalls durch Entfallen des im normalen Schließungskreis einbezogenen Rheostat in B. vermehrt wird; Relais II. jedoch wird von dieser übertragenen Stromvermehrung ungeschlossen bleiben. Dasselbe geschieht durch eine Stromvermehrung in Linie II. durch Relais II. in Station B in Linie I.

Station B ist mithin eine regelmäßige Translation nach beiden Seiten, und entspricht allen an eine solche zu stellenden Anforderungen.

Da das Umschalten von doppelter End- zur Translations-Station blos durch das Stecken eines Stiftes geschieht, kann hierdurch nie eine Unterbrechung der Stromcirculation und in Folge dessen Schläge auf die Glocken der Signalapparate stattfinden, was gleichfalls einen Hauptvortheil dieser Einschaltungsmethode bildet.

Wächterhaus-Station bei Unglücksfällen.

Sollte es im Interesse einer Bahngesellschaft liegen, bei vorkommenden Unglücksfällen vom nächsten Wächterhaus aus die Station von der Größe desselben, die Art der Hülfeleistung ꝛc. detaillirt durch Morse-Zeichen verständigen zu können, so wäre bei jedem Signalapparat ein Taster anzubringen, dessen einer Contactpunkt mit der Linie, der andere mit der Erde in Verbindung steht, wodurch beim Schluß des Tasters dem Strome der beiderseitigen Stationen eine Erdleitung geboten, respective die Linie abgetheilt wird. Es entfällt sohin für den Strom jeder Station die halbe Linie um den Rheostat der fremden Station zu passiren, wodurch die dem Prinzipe zu Grunde liegende Stromvermehrung eintritt und die Möglichkeit geboten ist, von jedem Wächterhaus aus Morse-Zeichen auf eine der zu beiden Seiten liegenden Stationen geben zu können.

Schema II.

Einschaltung der Morse- und Glockensignal-Apparate:

Dieses Schema ist ganz analog mit Schema I., nur erscheinen hier die Glockensignal-Apparate mit in Verbindung.



Durch einen Klemmenwechsel, welcher beim sogenannten Boussolentaster der Läutewerke angebracht ist, kann man entweder die Glockensignale allein oder in Verbindung mit den Morse-Apparaten einschalten, je nachdem die Männchen m 1 und m 2 des Wechsels auf die Weibchen a 1 und a 2 oder b 1 und b 2 gestellt sind.

Durch Stecken des Stiftes in die mit T. W. (Translations-Wechsel) bezeichnete Klemme wird gleichfalls wie in Schema I. die doppelte Signal-End-Station B. zur Translation für Morse-Correspondenz umgeschaltet.

Bemerkung.

Statt zwei Taster in jeder Station würde einer vollkommen zur Verwendung genügen; nur ist in diesem Falle eine Klemme zum Umschalten desselben in eine oder die andere Linie je nach Bedarf erforderlich.

Vorschlag zu einer veränderten Construction der Wheatstone'schen Brücke, und Bemerkungen über die Messung mit derselben.

Von **Franz Dehms.**

(Hierzu die Kupfertafel XIX.)

In dem Aufsatze: „Vorschlag eines reproducirbaren Widerstandsmaaßes" von Werner Siemens (Jahrgang VII. S. 55. und Tafel III. dieser Zeitschrift und Pogg. Ann. Bd. CX. S. 1 ff.) giebt der berühmte Verfasser Zeichnung und Beschreibung der Meßbrücke, der er sich bei seinen Versuchen bediente. Auf diesen Aufsatz verweisend kann ich das Instrument hier als bekannt voraussetzen. Während mehrjähriger Wirksamkeit in dem Etablissement der Herren Siemens und Halske habe ich bei vielfachen Untersuchungen mit dem Instrumente Gelegenheit gehabt, die hohe Genauigkeit der mit demselben zu erzielenden Resultate zu würdigen, wurde aber dabei nothwendig auch auf seine Unvollkommenheiten aufmerksam.

Gerade wegen seiner schätzbaren Eigenschaften erscheint es höchst wünschenswerth, das Instrument immer mehr zu vervollkommnen, und war ich darauf bedacht, durch passende Abänderungen seine guten Eigenschaften zu vermehren und vorhandene Fehlerquellen zu beseitigen, auch im Falle neuer Ausführung billigere Herstellung und somit allgemeinere Anwendbarkeit zu ermöglichen.

So wurde der Stöpselumschalter (s) [1]) entfernt und durch einen andern mit Quecksilbernäpfen ersetzt. In eine etwa zolldicke kreisförmige Platte A Fig. 1 aus schwarzer Masse sind von oben 4 Löcher I. II. III. IV. eingebohrt. In der Mitte steht ein Elfenbeinstift B, auf dem sich ein Querstück C aus schwarzer Masse frei bewegen läßt. Eine auf B

---

[1]) Die eingeklammerten Buchstaben beziehen sich auf die oben citirte Zeichnung Jahrg. VII. Tafel III. dieser Zeitschrift.



gesetzte Mutter verhindert das unbeabsichtigte Abheben des Stückes C. Letzteres trägt 2 starke Kupferdräthe mit herabgebogenen Enden. Die Näpfe sind mit Quecksilber gefüllt. Durch Versetzung des Stückes C kann man mittelst der starken Dräthe entweder I. mit II. und III. mit IV. oder I. mit III. und II. mit IV. in leitende Verbindung bringen [2]). Damit diese Versetzung mit der Hand allein ohne Hülfe des Auges schnell ausgeführt werden kann, ist ein Anschlagstift für das Stück vorhanden. Die beiden von den Enden des Platindrathes kommenden Zuleitungsdräthe führen nach I. und IV, die zu vergleichenden Widerstände erhalten ihre Aufstellung hinter dem Instrument und führen an II. resp. III., ihre andern Enden sind durch einen kurzen starken Drath unter sich und dieser (unter Zwischenschaltung des Schlüsselcontactes) mit der Batterie verbunden. Somit werden die Zuleitungen (L) (K) mit vielen Klemmen und Schrauben, deren Widerstand sich zu dem der beiden zu vergleichenden Widerstände addirte, entbehrlich.

Der Kürze wegen mögen diese Widerstände im Nachfolgenden mit W_1 und W_2, ihr Verhältniß mit ε bezeichnet werden. Der Ausdruck: das Verhältniß ε ist klein oder groß, soll bedeuten, daß dasselbe wenig oder viel von 1 abweicht.

Das Messingstück (E), die Endklemme für den Platindrath, ist mit dem zum Umschalter führenden starken Kupferdrath nicht direct verbunden, sondern unter Zwischenschaltung eines starken Kupferstückes mit Benutzung zweier Klemmschrauben. Der Zweck dieser aus der Zeichnung ersichtlichen, anscheinend unnöthigen Complication ist in der citirten Beschreibung nicht angegeben und mag als Erläuterung zum Folgenden hier erörtert werden. Nach Entfernung des Kupferstückes kann in den Weg zwischen Meßdrath und Umschalter mittelst der beiden Klemmschrauben ein aufgerolltes Stück von dem nämlichen Drath wie der Meßdrath eingeschaltet werden. Die Galvanometerzuleitungen müssen nun in beiden Klemmenpaaren an der dem Umschalter näheren Klemme liegen.

Hierdurch ist der Meßdrath um die beiden aufgewickelten Dräthe verlängert und die Brücke wird um so viel genauer, da bei $n$facher Länge des Drathes der constante Fehler in Einstellung und Ablesung nur noch $\frac{1}{n}$ seines Einflusses hat. Allerdings ist zugleich ihre Anwendbarkeit geringer, da große Verhältnisse sich nicht mehr messen lassen. Ist der Widerstand jeder Verlängerung das $n$fache vom Widerstand des gespannten Drathes, so ist das größte noch meßbare Verhältniß $\frac{n}{n+1}$ (oder das reciproke). Für größere Verhältnisse müßte der Contact am Drathe bei der Einstellung aus dem gespannten Theile auf die Verlängerung wandern.

Dieser Uebelstand fällt jedoch nicht zu erheblich ins Gewicht, da solche Messungen sich dann stets noch auf Umwegen ausführen lassen. Große Verhältnisse sind aus bekannten Gründen schwierig zu messen und werden darum schon möglichst vermieden, also wird der Contact auch selten nahe an den Enden des Meßdrathes gebraucht.

[2]) Ein Umschalter nach demselben Prinzip ist übrigens schon früher (Pogg. Ann. Bd. C. pag. 178 ff.) von Kirchhoff beschrieben als Theil einer ähnlichen Brücke, welche aber, mechanisch minder vollkommen als Siemens' Construction, nicht so genaue Messungen wie diese zuläßt.

Auch von Wild ist (Pogg. Ann. Bd. CVIII., pag. 403) ein solches Instrument beschrieben, welchem jedoch der Umschalter ganz fehlt. Dieser dürfte aber für feine Messungen nicht zu entbehren sein.



Ein größerer Nachtheil der Verlängerungen ist der Umstand, daß es schwer ist, den vorher gemessenen Drath ohne Aenderung seiner Länge und seines Querschnittes aufzuwickeln, unmöglich, ihn ohne Aenderung seines Widerstandes einzuklemmen. Hierzu kommt, daß die Rollen, 1 Meter von einander entfernt, während der Messung verschiedene Temperaturen annehmen können, wobei sich die Widerstandsmitte des Drathes verändert und Thermoströme erzeugt werden können.

Selbst wenn bei Zusammensetzung der Brücke die größte Sorgfalt auf das Verquicken der Contacte verwendet wird, findet man die Flächen doch nach einiger Zeit grau und oxydirt, also ihren Widerstand verändert. Auch beim Vergolden oder Vernickeln der Theile und nachherigem Zusammenschrauben erzeugt die Luftschicht auf denselben einen veränderlichen Uebergangswiderstand. Wirklich unveränderlicher Contact mit geringem Widerstande ist nur durch Löthen oder Quecksilbernäpfe herzustellen. Aber auch beim besten Zustande der Contacte und Anwendung von vorsichtig und sorgfältig gezogenem Meßdrathe fällt dessen Widerstandsmitte nicht nur mit der geometrischen Mitte des Drathes nicht zusammen, sondern kann selbst durch Anziehen mancher Klemmschrauben verändert werden, ja ändert sich von selbst im Laufe des Tages, auch ohne daß die Sonne direct auf das Instrument scheint. Jedoch kann man es stets erreichen, daß die beim Umstöpseln auf beiden Seiten gemachten Ablesungen (von Siemens a und b genannt) sich zu 1000 ergänzen, indem man den Nonius, dessen Nullpunkt eigentlich unter dem Contactpunkt der Rollen stehen soll, entsprechend verstellt[3]). Setzt man nach dieser Correction $\varepsilon = \frac{a}{b}$, so ist dabei vorausgesetzt, daß der Gesammtwiderstand des Drathes und seiner Zuleitungen bis zu den Punkten, von denen die Galvanometerdräthe abgehen, das 1000fache ist vom mittleren Widerstande eines Millimeters Drathlänge zwischen a und b. Dies ist aber, selbst abgesehen von der Veränderlichkeit des Drathquerschnittes, nur annähernd richtig, denn die oben gemachten Bemerkungen zeigen, daß an den Enden des Drathes, jenseits der Punkte 0 und 1000 nicht zu vernachlässigende Widerstände auftreten. Um genau zu verfahren müssen diese bestimmt und in Rechnung gezogen werden, dann aber ist kein Grund mehr, die Länge des Drathes schon durch die Construction des Instrumentes zu fixiren. Man kann vielmehr einen Drath von beliebiger Länge einschalten und dessen Widerstand im Verhältniß zu dem eines Stückes in der Mitte experimentell bestimmen. Hierbei eliminiren sich zugleich zum Theil die Fehler aus der Querschnittsveränderung. Es kommt nun nur noch darauf an, zu der fraglichen Bestimmung taugliche Methoden zu haben, welche genügender Genauigkeit fähig sind, worüber unten Ausführlicheres folgt.

Daß die beiden Ablesungen a und b einer Correction für die Noniusstellung bedürfen sollen, ist unbequem. Es liegt auch gar nicht in der Natur der Sache, da man voraussetzen sollte, daß die doppelte Messung den Fehler von selbst eliminiren muß, ähnlich wie eine fehlerhafte Waage vermöge der doppelten Wägung ein von den Fehlern des Instruments freies Resultat giebt. Dies trifft auch in der That zu. Denn nennt man

---

[3]) Ohne solche Verstellung geben die beiden Messungen auf beiden Seiten folgende 2 Werthe für ε nämlich a : 1000 — a und 1000 — b : b. Indem man nun, wie gewöhnlich geschieht, aus Zählern und Nennern die arithmetischen Mittel in Rechnung führt, verlegt man nur die gedachte Noniuseinstellung vom Instrument auf das Papier.



s die gesammte Drathlänge
d das Stück zwischen den Contactpunkten,

so ist, wenn der Nonius richtig eingestellt ist:

$$s = b + a$$

und

$$d = b - a$$

woraus

$$a : b = \varepsilon = s - d : s + d.$$

Nun ist s eine Constante und d von der Noniusstellung unabhängig. Indem man also die Function $\frac{s-d}{s+d}$ für $\frac{a}{b}$ einführt, wodurch die Größe d zum directen Versuchsobject wird, vermeidet man somit die gedachte Correction[4]). Da nun nicht mehr die Abstände der Contactpunkte vom Ende des Drathes sondern der Abstand des einen vom andern gemessen wird, ist es überflüssig, den ganzen Drath auszuspannen und der unbequem lange Maaßstab wird entbehrlich.

Uebrigens controliren sich doch je 2 zusammengehörige Messungen, da die Summe der beiden Ablesungen eine Constante sein muß, welche aber nicht mehr gleich s sein braucht, sondern von der Noniusstellung abhängt.

Die nachstehend beschriebene Construction bringt die oben entwickelten Grundsätze zur Anwendung, das Instrument wird durch dieselben sehr compendiös. Vorangeschickt werde noch, daß zur richtigen Bestimmung der Größe d erforderlich ist die unveränderliche gegenseitige Lage

1) des mittleren Theiles des Drathes gegen den Maaßstab und
2) des Nonius gegen die Contactvorrichtung.

Zur leichten und genauen Messung muß ferner

3) für die beiden genannten Systeme eine grobe und eine feine Verstellung gegeneinander möglich sein.

Endlich ist Sorge zu tragen, daß

4) sämmtliche Contacte im Widerstandsviereck (so weit sie im Instrumente vorhanden) einander nahe stehen und unter Benutzung von wenig Metallarten durch Löthen oder Quecksilbernäpfe vermittelt sind. Für Galvanometer- und Batteriebogen ist dies nicht erforderlich.

Eine gußeiserne Winkelschiene A, deren Querschnitt Fig. 3a in natürlicher Größe zeigt, ist mittelst der an beiden Enden angegossenen Füße B auf der hölzernen Grundplatte C festgeschraubt. Die Füße treten, wie aus Fig. 4a ersichtlich, nach vorn über die Schiene A mit den Winkelstücken $B_1 B_2$ vor, welche mit gegengeschraubtem Winkeleisen D liegende Kasten bilden, die zur Führung des Stabes E dienen. Die vertikalen Wände der Vorsprünge B_1 sind abgehobelt, so daß sie in beiden Führungskasten in derselben, mit der Scala parallelen Vertikalebene sich befinden und tragen erhabene, ebenfalls abgehobelte Leisten, in die Nuth der Stange E passend, die genau in einer Linie, jede in der Verlängerung der anderen, liegen.

[4]) Die in Note 3 aufgeführten arithm. Mittel lauten: $\frac{1}{2}$ (1000 + a − b) und $\frac{1}{2}$ (1000 + b − a), der Quotient aus Beiden wird hier $\frac{1000-d}{1000+d}$, stimmt also mit $\frac{s-d}{s+d}$ überein da hier s = 1000 ist. Man ersieht, daß das Verfahren der arithmetischen Mittel mit dem vorgeschlagenen zusammenfällt.

Ein Messingstab E von etwa 15^{mm} Durchmesser ist der ganzen Länge nach nach dem auf der Zeichnung ersichtlichen Querschnitt bearbeitet. Die Fläche α mit der Nuth ist angehobelt. Der Stab wird durch die Kästen gesteckt. Federn, welche an der Fläche β liegen, sichern eine genaue Geradeführung an den gehobelten Flächen mit Nuth und Nase. Auf dem Stabe E sitzt noch ein besonderer Schlitten F; die Seitenwand welche auf α kommt wird durch ein gehobeltes Blech mit Nase gebildet, die andern sind aus einem Gußstück gefeilt. Der Schlitten trägt Nonius und Contactvorrichtung und kann behufs der groben Einstellung mit der Hand auf E verschoben werden. Zur feinen Einstellung ist an einem Ende von E ein Gewinde angeschnitten. Die zugehörige Mutter H liegt zwischen einem Kasten und dem Stücke I welches an der Endfläche der Schiene festgeschraubt ist. Bei der Drehung legt sie sich entweder gegen den Kasten oder gegen das Stück I und bewirkt dann die feine Verschiebung des Stabes E mit dem Schlitten F.

Der Maaßstab K von Messing liegt in dem gleichfalls ausgehobelten Winkel der Schiene A. Die Theilung reicht bis an die vordere Kante, sie geht auf beiden Seiten bis nahe an die Kästen, dort hat dann der Maaßstab je eine Durchbohrung zur Aufnahme der kleinen Elfenbeinknöpfchen L mit Ansatz. Die Knöpfchen, genau gleich hoch, haben oben eine flache Rinne die mit der Kante des Maaßstabes parallel gestellt wird. Bringt man nach vorheriger Erwärmung der Knöpfchen auf jedes einen Tropfen Schellack, spannt den Meßdrath M darüber aus uud setzt die erwärmten Deckelchen auf die Knöpfchen, so ist nach dem Erkalten der Drath völlig sicher am Maaßstab befestigt ohne durch Klemmen beschädigt zu sein und kann leicht mittelst eines erwärmten Metalls wieder abgenommen werden.

Der Nonius N ist am Schlitten festgeschraubt. — Die Contactvorrichtung wird durch einen quer unter dem Meßdrath ausgespannten Platindrath gebildet. Am Schlitten F sind die beiden Bleche O und P festgeschraubt, der Contactdrath ist an jedem mit einem Ende festgelöthet. Durch die Schraube Q im Blech O kann der Contactdrath gehoben oder gesenkt werden, so daß er den Meßdrath berührt, ohne ihn erheblich durchzubiegen. Das Blech P federt etwas, beim Verschieben des Kastens wird es durch die Hand an denselben gedrückt, dadurch wird der Contactdrath schlaff und es findet keine abnutzende Reibung beider Dräthe statt.

Der Umschalter R ist hinter der Schiene auf dem Grundbrett aufgestellt. Er ist dem oben beschriebenen ähnlich, doch kommen zu dessen 4 Quecksilbernäpfen noch 4 neue, V. VI. VII. VIII. hinzu. V. und VI. sind durch einen starken mit Siegellack in die Platte eingelegten Kupferdrath permanent mit IV. verbunden. Die Zuleitungsdräthe von W_1 und W_2 führen einer nach I. der andre nach V. oder VI, die Galvanometerzuleitungen liegen an II. und III., die Enden des Meßdrathes sind, durch mehrere Stifte i aus schwarzer Masse unterstützt und mit Wachs angeklebt, nach dem Umschalter hin zusammengenommen und an je einen starken Kupferdrath k gelöthet, diese stehen in VII. und VIII. Die Verbindung von VII. mit II. und von VIII. mit III. ist nun entweder direct durch zwei starke Kupferdräthe l hergestellt, oder unter Zwischenschaltung von Spiralen aus demselben Drath wie der Meßdrath, welche nach Entfernung der Dräthe l an deren Stelle eingesetzt werden.

Solche Spirale V Fig. 5 ist um ein Stück Paraffinkerze doppelt gewickelt aufgewun-

den [5]) und durch gelindes Erwärmen angeschmolzen. Die Enden sind an kurze starke Kupferdräthe gelöthet, diese sowie das Paraffin sind in einem Stück schwarzer Masse so befestigt, daß die untern Enden der Kupferdräthe in die zu verbindenden Näpfe gesetzt werden können. — Da der Abstand der beiden Elfenbeinknöpfchen etwa $0^m,5$ beträgt so ist ohne die Spiralen der Meßdrath ca. 1^m lang; ist jede Spirale aus 1^m Drath gewickelt, so wird durch Zwischenschaltung derselben der Meßdrath etwa 3^m lang.

Die beiden freien Enden der Widerstände W_1 und W_2 werden durch einen kurzen dicken Drath unter sich und dieser mit der Klemme ζ verbunden. Von der Klemme η geht ein Drath nach der auf dem Stück J isolirt befestigten Feder S welche beim Niederdrücken mit I und dadurch mit dem Contactdrath in Verbindung kommt, also als Schlüssel dient.

Zwischen η und ζ liegt die Batterie unter Zwischenschaltung des Stromwenders T und des Elektromagneten U. Der Stromwender dient zur Entdeckung etwa vorhandener Thermoströme. Das bei einer Stellung desselben erzielte Gleichgewicht darf durch Umkehr des Stromes nicht alterirt werden. Zugleich kann durch ihn der Experimentirende bewirken, daß die nämliche Stromesrichtung im Galvanometer stets die Verschiebung der Contactvorrichtung nach der nämlichen Seite bedingt, was die Einstellung erleichtert.

Es kann vorkommen, daß der Contact am Meßdrathe seine Dienste versagt und beim Druck des Schlüssels gar kein Strom circulirt. Geschieht dies in der Nähe des Gleichgewichtspunktes, so kann es zu falschen Messungen führen. Zwar genügt schwaches Anklopfen an die Feder P um den etwa ausgebliebenen Strom hervorzubringen. Bequemer vermeidet man solche Fehler durch den Elektromagneten (Klopfer) U (der in der Zeichnung nur schematisch angedeutet ist, da seine Construction ebenso wie die des Stromwenders ganz unwesentlich ist). Der vernehmliche Schlag beim Ankeranzug benachrichtigt stets über die Existenz des Stromes ohne das Auge von der Beobachtung des Galvanometers abzuziehen.

An die Klemmen G und G_1 kommen die Galvanometerdräthe.

Die 4 Eckpunkte des Widerstandsvierecks werden nun gebildet: aus dem Punkte an welchem der vom Elektromagnete U kommende Drath den Verbindungsdrath von W_1 und W_2 erreicht, aus dem Quecksilber in den Näpfen II. und III. und aus dem Berührungspunkt des Contactdrathes am Meßdrath. Die beiden Drähte am beweglichen Theil des Umschalters gehören noch zu W_1 und W_2. Daß sich zu einem dieser Wiederstände noch der Drath addirt, welcher die Näpfe IV. V. und VI. verbindet, wird nicht schaden, wenn man sorgt, daß entweder er sich stets zum größeren addirt, oder der andre auch einen entsprechend längern Zuleitungsdrath erhält. Um ersteres bequem ohne Drathkreuzungen erreichen zu können, steht der Napf IV. mit 2 Näpfen an der hintern Seite in Verbindung.

Der Werth der Differenz d kann natürlich sowohl positiv wie negativ sein.

Es handelt sich nunmehr noch um eine zweckmäßige Methode zur Bestimmung des

[5]) doppelt gewickelt zur Beseitigung von Inductionsströmen. Diese machen die Messungen zwar nicht unbedingt fehlerhaft, sind aber doch eine höchst unliebsame Zugabe, da sie eine sehr vermehrte Aufmerksamkeit bei der Beobachtung verlangen (s. pag. 12 des citirten Aufsatzes). Um ihr Auftreten möglichst zu verhindern, gab ich den daselbst pag. 15 beschriebenen Glasspiralen eine etwas andere Form, in der sie Inductionsströme nicht erzeugen, eine genauere Messung der Temperatur zulassen, auch minder zerbrechlich und leichter aufzuhängen sind. Eine Abbildung dieser Spiralen gab später Hr. Sabine in Phil. Mag. March. 1863 Vol. XXV No. 167 pag. 161—174.



Werthes s. Es wird um so mehr gestattet sein, diesem Gegenstande eine eingehende Betrachtung zuzuwenden, als derselbe auch für die vielen schon vorhandenen Instrumente mit ganz ausgespanntem Drathe von Wichtigkeit ist.

Im Allgemeinen genügt es für den Zweck, über die Verhältnisse von n Widerständen oder deren Combinationen n Beobachtungen anzustellen. Hierdurch werden n Gleichungen gefunden, während zwischen den Widerständen nur n—1 unabhängige Verhältnisse möglich sind. Nach deren Eliminirung bleibt eine Gleichung mit s und den beobachteten Differenzen als Constanten.

Die Zahl der Widerstände muß größer sein als 2. Man wird sich mit 3 Widerständen begnügen, um weniger Beobachtungen also weniger Beobachtungsfehler zu haben. Zwischen den 3 Widerständen w w_1 w_2 sind z. B. folgende Messungen möglich:

$$w : w_1 = s + d_2 : s - d_2 \quad \text{oder} \quad w\,(s - d_2) = w_1\,(s + d_2)$$
$$w_1 : w_2 = s + d : s - d \qquad\qquad w_1\,(s - d) = w_2\,(s + d)$$
$$w_2 : w = s + d_1 : s - d_1 \qquad\qquad w_2\,(s - d_1) = w\,(s + d_1)$$

Durch Multiplication dieser 3 Gleichungen eliminirt man die 3 Widerstände und erhält

$$(s + d_2)(s + d)(s + d_1) = (s - d_2)(s - d)(s - d_1)$$

woraus

$$s^2 (d + d_1 + d_2) + d\,d_1\,d_2 = 0. \qquad (1)$$

Hiernach ist dann

$$s = \pm \sqrt{-\frac{d\,d_1\,d_2}{d_1 + d_2 + d}}.$$

Wäre z. B. beobachtet:

$$d = 210 \qquad d_1 = 150 \qquad d_2 = -350$$

so wird

$$s = \sqrt{\frac{210 \,.\, 150 \,.\, 350}{10}} = 1050$$

Eine zweite Methode bilden folgende 3 Beobachtungen

$$w : w_1 = s + d_1 : s - d_1$$
$$w : w_2 = s + d_2 : s - d_2$$
$$w : w_1 + w_2 = s + d : s - d$$

Indem man aus beiden ersten Gleichungen w_1 und w_2 und aus der dritten $w_1 + w_2$ durch w ausdrückt, erhält man $\frac{s - d_1}{s + d_1} + \frac{s - d_2}{s + d_2} = \frac{s - d}{s + d}$ und daraus die Gleichung III. Grades für s:

$$s^3 + s^2 (3d - d_1 - d_2) + s\,(d\,d_1 + d\,d_2 - 3\,d_1\,d_2) - d\,d_1\,d_2 = 0. \qquad (2)$$

Aehnliche Methoden lassen sich noch mehrere aufstellen, doch mögen hier nur die erwähnten der weitern Prüfung auf die Genauigkeit der zu erhaltenden Resultate unterzogen werden.

Die Hauptfehlerquellen bei diesen Messungen sind im Allgemeinen doppelter Natur. Einmal liegen sie in der Unrichtigkeit der Theilung und darin, daß die 3 Drathstücke, welche die 3 Differenzen darstellen, nicht den nämlichen mittleren Querschnitt haben, sind also Fehler des Instrumentes. Andrerseits entstehen reine Beobachtungsfehler durch ungenaue Einstellung und Ablesung. — Da die erstgedachten Fehler sich minder leicht (oder doch erst nach complicirten Beobachtungen) der Rechnung unterwerfen lassen als die zweiten, so ist ihre Beseitigung vor Allem dringend geboten. Diese Forderung wird auf einfache Weise

erfüllt wenn man dafür sorgt, daß die 3 Differenzen möglichst entweder 0 oder doch untereinander gleich werden.

Bei dem ersten System von Beobachtungen darf keine der 3 Differenzen Null werden. Es würden dann die beiden andern gleich aber entgegengesetzt und man erhielte $s = \sqrt{\frac{0}{0}}$.

Ebensowenig können alle drei einander gleich sein ohne zugleich sämmtlich Null zu werden. Dagegen ist es möglich 2 Differenzen einander gleich zu machen indem man setzt:

I. $w : w_1 : w_2 = 1 : n : n^2$. Da hiernach $w : w_1 = w_1 : w_2$ so wird $d_2 = d$

folglich
$$s = \sqrt{-\frac{d^2 d_1}{2d + d_1}} \tag{3}$$

beiläufig ist noch $d_1 = -d \frac{(n+1)^2}{n^2+1}$ und $s = \pm d \frac{n+1}{n-1}$ (3a)

Bei dem zweiten Systeme wird der angestrebte Zweck auf dreierlei Art erreicht nämlich wenn sich verhält:

II. $w : w_1 : w_2 = 1 : 1 : 1$. Es wird dann $d_1 = d_2 = 0$, der Werth von d wird negativ. Die Gleichung (2) geht über in $s^3 + 3\,ds_2 = 0$ oder
$$s = -3d \tag{4}$$

III. $w : w_1 : w_2 = 2 : 1 : 1$. Hier wird $d_1 = d_2$ und $d = 0$; Gleichung (2) geht daher über in: $s^2 - 2d_1 s - 3d_1^2 = 0$ woraus sich ergiebt:
$$s = 3d_1 \tag{5}$$

IV. $w : w_1 : w_2 = \sqrt{2} : 1 : 1$, es wird $d_1 = d_2 = -d$, und Gleichung (2) lautet nun: $s^3 + 5ds^2 - 5d^2 s - d^3 = 0$ wonach
$$s = -(3 + 2\sqrt{2})\,d = -5{,}828\,..\,d \tag{6}$$

Es würde nun sehr schwer zu erreichen sein, die den Gleichungen (3) (4) (5) (6) zu Grunde liegenden Widerstandsverhältnisse genau herzustellen. Dies ist aber auch gar nicht erforderlich, da die oben erwähnten Fehler des Instruments ihrer Natur nach auch dann schon ohne Einfluß sind, wenn die verlangten Verhältnisse annähernd eingehalten sind. Selbstverständlich ergeben dann aber die gedachten Gleichungen die Werthe von s auch nur annähernd und muß zur genauen Berechnung auf (1) und (2) zurückgegangen werden.

Es bleibt nur noch festzustellen welchen Einfluß auf das Resultat bei diesen Methoden die Beobachtungsfehler ausüben. Dieselben mögen unendlich klein angenommen werden, die unter dieser Voraussetzung erhaltenen Resultate werden auch bei kleinen endlichen Fehlern noch annähernd richtig sein.

Die vollständige Differentiation von (1) ergiebt,
$$\partial s \,.\, 2s(d + d_1 + d_2) + \partial d_1 (s^2 + dd_2) + \partial d_2 (s^2 + dd_1) + \partial d (s^2 + d_1 d_2) = 0$$
wobei ∂ die Differentiation anzeigt.

In dem unter I. aufgeführten Falle geht diese Gleichung durch Substitution der Werthe aus (3a) über in
$$\pm 2\partial s \frac{n+1}{n-1}\left(2 - \frac{(n+1)^2}{n^2+1}\right) + \partial d_1 \left(\frac{(n+1)^2 + (n-1)^2}{(n-1)^2}\right) + \partial d_2 \left(\frac{(n+1)^2}{(n-1)^2} - \frac{(n+1)^2}{n^2+1}\right)$$
$$+ \partial d \left(\frac{(n+1)^2}{(n-1)^2} - \frac{(n+1)^2}{n^2+1}\right) = 0 \text{ oder}$$
$$\pm \partial s (n^2 - 1)(n-1)^2 + \partial d_1 (n^2+1)^2 + (\partial d + \partial d_2)\, n (n+1)^2 = 0$$



Der größte mögliche Werth von ∂s also der größte Fehler von s wird sich nun ergeben wenn man für ∂d ∂d_1 ∂d_2 deren größte mögliche Werthe mit geeigneten Vorzeichen (hier gleichen Vorzeichen) setzt. Die größten Werthe von ∂d ∂d_1 ∂d_2 wird man einander gleich setzen können, sie mögen f heißen, der entsprechende Werth von ∂s aber F, es ergiebt sich, daß

$$F = f\frac{(n^2+1)^2+2n(n+1)^2}{(n^2-1)(n-1)^2} = f\frac{n^4+2n^3+6n^2+2n+1}{n^4-2n^3+2n-1} = f \, . \, \varphi(n)$$

$\varphi(n)$ hat kein Minimum oder Maximum; einige Werthe derselben sind:

$n =$	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{3}$	2	3	4
$n^2 =$	1	2	3	4	9	16
$\varphi(n) =$	∞	148	39,05...	20,3	5,76..	3,62

Natürlich ist $\varphi\left(\frac{1}{n}\right) = -\varphi(n)$. Diese Methode ist also um so genauer, je größer n^2 ist.

Zur Prüfung der folgenden drei Methoden erhält man durch vollständige Differentiation von (2):

$$\left.\begin{aligned} &\partial s\,[3s^2+2s(3d-d_1-d_2)+dd_1+dd_2-3d_1d_2] \\ &\quad+\partial d\,[3s^2+s(d_1+d_2)-d_1d_2] \\ &\quad+\partial d_1\,[-s^2+s(d-3d_2)-dd_2] \\ &\quad+\partial d_2\,[-s^2+s(d-3d_1)-dd_1] \end{aligned}\right\} = 0.$$

In dem unter II. aufgeführten Falle ist einzusetzen

$$d_1 = d_2 = 0 \text{ und } s = -3d \text{ worauf sich ergiebt}$$

$$\partial s\,(27-18)\,d^2 + \partial d\,27\,d^2 + \partial d_1\,(-9-3)\,d^2 + \partial d_2\,(-9-3)\,d^2 = 0 \text{ oder}$$

$$\partial s = \tfrac{4}{3}\,\partial d_1 + \tfrac{4}{3}\,\partial d_2 - 3\partial d.$$

Bedeuten F und f das nämliche wie im Falle I so ist hier

$$F = 5,\widehat{6}\,f$$

Im Falle III. ist einzusetzen: $d_1 = d_2$, $d = 0$; $s = 3d_1$ es wird

$$12\,\partial s + 32\,\partial d - 18\,\partial d_1 - 18\,\partial d_2 = 0 \text{ woraus } \partial s = \tfrac{8}{3}\,\partial d - \tfrac{3}{2}\,\partial d_1 - \tfrac{3}{2}\,\partial d_2 \text{ und}$$

$$F = 5,\widehat{6}\,f$$

Im IV. Falle ist $d_1 = d_2 = -d$ und $s = -(3+\sqrt{8})\,d$ und ergiebt sich

$$16\,(1+\sqrt{2})\,\partial s + (56+40\sqrt{2})\,\partial d - (28+20\sqrt{2})\,\partial d_1 - (28+20\sqrt{2})\,\partial d_2 \text{ oder}$$

$$\partial s = \partial d_1\left(\tfrac{3}{4}+\sqrt{\tfrac{1}{2}}\right) + \partial d_2\left(\tfrac{3}{4}+\sqrt{\tfrac{1}{2}}\right) - \partial d\left(\tfrac{3}{2}+\sqrt{2}\right) \text{ worauf endlich}$$

$$F = 5,83\,..\,f$$

Man ersieht, daß alle 4 Methoden ein nahezu gleich zuverlässiges Resultat geben, wenn bei der ersten $n^2 = 9$ ist und daß die erste die andern an Genauigkeit übertrifft resp. ihnen nachsteht, wenn n^2 größer resp. kleiner als 9 ist. Zu einer Auswahl unter den Methoden führen nun folgende Bemerkungen.

Ist s nach irgend einer Methode bestimmt, so darf man besonders richtige Resultate mit dem Instrument erwarten bei solchen Messungen, bei denen die beobachtete Differenz entweder sehr klein ist, oder den zur Bestimmung von s benutzten Differenzen sehr nahe kommt.

Nun erstrecken sich die meisten Messungen auf solche Widerstandsverhältnisse die von 1. nicht sehr weit abweichen, während Verhältnisse wie 1 : 2, 1 : 3, 1 : 9 sehr selten vorkommen.

Man wird also auch bei Bestimmung von s am liebsten Messungen von nicht allzu verschiedenen Widerständen zu Grunde legen.

Verwirft man hiernach alle Methoden, bei denen noch größere Verhältnisse als 2 : 1 zur Messung kommen, so ist die erste Methode ganz ungeeignet, da bei dieser Grenze der Fehler von s das 148fache des Einzelfehlers in den Differenzen betragen und um so größer werden kann, je kleiner n und n^2 ist. Von den andern 3 Methoden empfiehlt sich die letzte als die vortheilhafteste, da das größte zur Messung kommende Verhältniß nur etwa 1 : 1,4 ist. Es ist noch aus einem andern Grunde zweckmäßig, bei Bestimmung von s nicht zu große Verhältnisse anzuwenden. Je mehr die Widerstände einander gleich, desto kleiner sind die Werthe der Differenzen im Verhältniß zum Gesammtdrath. So braucht die IV. Methode nur etwas über $\frac{1}{6}$ des Gesammtdrathes zur Messung, während die II. und III. $\frac{1}{3}$ beanspruchen. Es gestattet also bei gleicher Länge des ausgespannten Drathes die IV. Methode einen fast doppelt so langen Gesammtdrath als die II. und III.

In der Zeichnung zur oben vorgeschlagenen Construction ist der gespannte Drath 525^{mm} lang und kann der Contactdrath bis an die ihn begrenzenden Stifte geschoben werden. Das größte meßbare d ist also 525^{mm}. Da nun ungefähr $5{,}83 . 525 = 3060$ ist, so reicht dies aus zur Bestimmung eines s von über 3000^{mm}.*)

Benutzt man unter Ausschluß der Rollen nur den ungewundenen Drath von etwa 1^m Länge, so ist das größte direct meßbare Verhältniß 1 : 3,2.

Setzt man $f = 0^{mm}{,}2$, was in Wirklichkeit wohl der größte Fehler für die Differenzen sein wird, so geben die 3 letzten Methoden als größten Fehler für s weniger als $6f$ also höchstens $1^{mm}{,}2$.

Um den Einfluß des Fehlers von s auf den Werth von ε zu bestimmen setze man

$$s + d = \sigma$$
$$s - d = \Delta$$

es ist dann $\varepsilon = \frac{\sigma}{\Delta}$, $\varepsilon + \partial\varepsilon = \frac{\sigma + \partial s}{\Delta + \partial s}$ woraus der procentische Fehler von ε unter Vernachlässigung der Glieder mit ∂s^2

$$\frac{\varepsilon + \partial\varepsilon}{\varepsilon} = \frac{\Delta}{\sigma}\,\frac{\sigma + \partial s}{\Delta + \partial s} = \frac{1 + \frac{\partial s}{\sigma}}{1 + \frac{\partial s}{\Delta}} = \left(1 + \frac{\partial s}{\sigma}\right)\left(1 - \frac{\partial s}{\Delta}\right) = 1 - \partial s\left(\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\sigma}\right)$$
$$= 1 - \frac{2d}{s^2 - d^2}\,\partial s$$

Der Fehler von ε wird also größer mit wachsendem d, d. h. je größere Verhältnisse gemessen werden. Ist z. B. ε ungefähr 1,5, so wird bei $s = 3000^{mm}$

ungefähr $d = 600^{mm}$ sein, demnach

$$\frac{\varepsilon + \partial\varepsilon}{\varepsilon} = 1 - \frac{1200}{3000^2 - 600^2}\,\partial s = 1 - \frac{\partial s}{7200}.$$

Für den größten Werth von ∂s, nämlich $1^{mm}{,}2$ wird also der größte procentische Fehler von ε (so weit er aus der experimentellen Bestimmung von s herrührt)

$$\eta = 1 + \frac{1{,}2}{7200} = 1 + \frac{1}{6000} \quad \text{also } \tfrac{1}{6}\,\frac{0}{00}.$$

*) Vergleiche jedoch die Bemerkung am Schlusse des Aufsatzes.



Da die normale Beschaffenheit des Drathes das Haupterforderniß der Brücke bildet, so dürfen folgende Bemerkungen in Betreff desselben nicht übergangen werden.

Der Theil des Drathes zwischen den Knöpfen L, auf dem die Größe d gemessen wird, ist mit einer gewissen Kraft gespannt, während der übrige Theil und die Verlängerung ohne Spannung ist. Dieser Unterschied ist ohne Einfluß so lange er ungeändert bleibt. Da aber die Ausdehnungscoefficienten des Maaßstabes und des Drathes verschieden sind, wird die Spannung des Drathes bei Temperaturänderungen wechseln. Im gegebenen Falle, Platin auf Messing, wird bei höherer Temperatur der Drath stärker gespannt, wird also länger und dünner und vermindert auch, wie sich annehmen läßt, sein specifisches Leitungsvermögen. Aus diesen Gründen wird nun die Messung des nämlichen Verhältnisses bei hoher Temperatur ein kleineres d ergeben als bei niedriger. War der Drath nicht über seine Elasticitätsgrenze gespannt, was leicht zu vermeiden ist, so wird bei Wiederherstellung der niedrigen Temperatur sich wieder das frühere d ergeben.

Ob diese Unterschiede nun groß oder klein, vielleicht nicht meßbar sein werden, läßt sich vorher nicht bestimmen und muß durch das Experiment festgestellt werden. Sie unschädlich zu machen giebt es zwei Wege. Man hat entweder s bei hoher und bei niedriger Temperatur zu bestimmen und eine Tabelle des Werthes von s als Function der Temperatur zu entwerfen, aus der man für jede Messung das der beobachteten Temperatur entsprechende s entnimmt.

Oder man fertigt Maaßstab und Drath aus Materialien mit wenig verschiedenen Ausdehnungscoefficienten.

Nun eignet sich aber für den Drath nicht jedes Metall. Dasselbe muß eine gewisse Härte und Elasticität besitzen, da andernfalls der Drath einen viel zu ungleichmäßigen Querschnitt erhält. Hiernach ist z. B. Kupfer und Silber nicht anwendbar. Ferner muß es möglichst wenig oxydabel sein, denn die Reinigung von Oxyd kann kaum anders als mechanisch erfolgen, wobei der Drath sowohl gereckt als auch abgenutzt wird. Hiernach ist auch Eisen ausgeschlossen, Messing und Neusilber blieben nur bei großer Vorsicht verwendbar. Am passendsten ist Platin oder harte Goldlegirungen. Für Platina bedürfte man eines Maaßstabes von Eisen oder Glas, letzterer müßte anders befestigt werden, etwa durch Aufkitten.

Uebrigens ist zu vermuthen, daß die beregten Unterschiede sehr klein sein werden.

Es ist Sorge zu tragen, daß der Drath durchweg möglichst gleiche Temperatur hat. Da die Längenerstreckung nicht bedeutend ist, so werden die umgebenden Luftschichten stets gleichmäßig warm sein, dagegen kann die durch den Strom erzeugte Wärme nachtheilig werden, deshalb ist es zweckmäßig, diese durch stete Bewegung der umgebenden Luft schnell abzuleiten. Auch dürfen die Verlängerungsdräthe nicht tief in das Paraffin eingeschmolzen sein, sondern nur so viel, daß sie festgehalten sind, damit sie die Temperatur der Luft leicht annehmen. Will man dies noch befördern, so kann man sich cannellirter Kerzen bedienen oder ein prismatisches Stück mit eingebogenen Seitenwänden anwenden, so daß der Drath nur an den Kanten eingeschmolzen und größtentheils von Luft umgeben ist.

Der ungleichmäßige Querschnitt des Drathes ist nur in dem gespannten Theile von Einfluß auf die Messungen. Ein aus Platin sehr sorgfältig und unter besonders vorsichtigem Ausglühen gezogener Drath wird für die meisten Zwecke ohne Weiteres genügen. Immerhin kann man für besonders genaue Untersuchungen noch den Werth seiner einzelnen Theile im

Wege des Versuches ermitteln. Folgende Methode, welche eine wirkliche Kalibrirungsmethode ist, dürfte zu diesem Zwecke die geeignetste sein.

Zwischen die Näpfe II. und VII. und zwischen III. und VIII. des Umschalters werden mit Hülfe von Quecksilbernäpfen außer den Dräthen l eine beliebige Zahl von Widerständen e_1 e_2 e_3 ... als Verlängerungen des Meßdrathes eingeschaltet, wie Figur 6 zeigt. Zwei möglichst constante Widerstände W_1 und W_2 werden zur Messung eingeschaltet und ihr Verhältniß ε bestimmt. Man erhält die Ablesungen a' und b' und die zugehörige Differenz $a' - b' = d'$.

Nun werden von den Verlängerungen e_1 e_2 ... beliebige von der einen Seite auf die andre übertragen und bei allen Uebertragungen die Ablesungen a und b genommen. Man erhält so die ferneren Differenzen $a'' - b'' = d''$; $a''' - b''' = d'''$ u. s. w., und zwar erhält man bei n Rollen 2^n Differenzen wenn die Rollen unter sich ungleich sind und keine gleichen Summen aus ihnen gebildet werden können [7]). Da nun bei allen Messungen sowohl ε als auch s ungeändert ist, so muß nach der Gleichung $\varepsilon = \frac{s - d}{s + d}$ auch d constant geblieben sein d. h. es muß $d' = d'' = d''' = \ldots$ sein, andernfalls sind die Verschiedenheiten dieser Größen ein Maaß für die Conicität des Drathes [8]). Die Größe ε ist hier gewissermaßen der Quecksilbertropfen, der in das zu kalibrirende Glasrohr, hier auf den Platindrath, gebracht wird.

Indem man W_1 oder W_2 ändert und das Verfahren wiederholt, trägt man ein anderes ε auf dem Drathe ab.

Aus diesen Beobachtungen kann man mit Hülfe bekannter Methoden eine Tabelle herstellen, aus der man für je 2 Ablesungen den Widerstand des dazwischen liegenden Stückes entnehmen kann.

Zur Messung großer Verhältnisse kann man, wenn nur der mittlere Theil des Drathes für den Contact benutzbar ist, etwa folgenden Weg einschlagen. Der vorhandene bekannte Widerstand habe den Werth a, der zu messende den Werth x. Ist x größer als a, so stelle man einen andern Widerstand her, welcher annährend x gleich ist, und den Werth y hat. Man mißt nun die Verhältnisse:

$$y : x + a = c_1 \qquad x : y + a = c_2$$

welche von 1 nicht soweit abweichen und aus denen sich

$$y = c_1 (x + a) \qquad \text{und} \qquad x = c_2 (y + a)$$

ergiebt. Nach Elimination von y erhält man hieraus eine Gleichung für x. Zur Controle kann noch das Verhältniß von x zu y gemessen werden.

Ist aber x kleiner als a, so muß der Hülfswiderstand annähernd gleich a sein, das Verfahren ist dann im Uebrigen dem oben beschriebenen analog.

Ist das Verhältniß von a zu x kleiner als 1,62 [genauer $\frac{1}{2}(1 + \sqrt{5})$], so versagt diese Methode ihren Dienst. Von 1 bis zu diesem Verhältniß hinauf sollte also die Brücke directe Messung gestatten. Dies erreicht man bei vorbeschriebenem Instrument, bei welchem 525 Millimeter Drathlänge für den Contact disponibel sind, wenn s nicht über 2200 Millimeter beträgt, wonach die Verlängerungsrollen einzurichten sind.

---

[7]) Diese Rollen sowie der Werth von ε müssen passend gewählt sein, damit die Contactpunkte auf dem gespannten Drath bleiben. [8]) respective für die Theilungsfehler der Scala.

Ueber die Verwendung einer gemeinschaftlichen Batterie für vielfache Schließungskreise.

Von **Dr. Hermann Militzer,**
k. k. Telegraphen-Inspector in Wien.

(Vom Herrn Verfasser mitgetheilt aus den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Sitzung vom 5. October 1866.)

(Fortsetzung und Schluß.)

6.

Bei allen Untersuchungen der drei letzten Artikel lag, wie schon bemerkt wurde, die Voraussetzung zu Grunde, daß die Batterie aus gleichen Elementen bestehe, welche alle in derselben Ordnung ihrer Pole unter einander verbunden sind. Leider hört die bisher in den Formeln vorhandene Symmetrie, welche deren Behandlung wesentlich erleichterte, ganz auf, so wie man die beiden angegebenen Bedingungen bei Seite stellt. Obgleich sich in Folge dieses Umstandes die Rechnungen in sehr unangenehmer Weise compliciren, glaube ich doch wenigstens die Untersuchung des einfachsten hierher gehörigen Falles — eines Systems mit zwei Batteriegruppen, welche unter sich in verkehrter Ordnung der Pole, außerdem mit einer beliebigen Anzahl von Zweiglinien verbunden sind, noch mittheilen zu sollen, um an diesem Beispiele nachzuweisen, daß die seither allein in Anwendung gekommene Ordnung der Batterieverbindungen durchaus nicht immer auch die vortheilhafteste ist.

Zur besseren Uebersicht wird es zweckmäßig sein, vorerst noch einen Augenblick bei der bisher betrachteten Verbindungsweise zu verweilen.

Nach den in den beiden ersten Artikeln angegebenen Formeln ist für diese Verbindung die Summe der Zweigströme in der ersten Gruppe

$$r_1 \varrho_1 s_1 = \frac{1}{N_2} (E_1 \mathfrak{R}_2 \varrho_1 - E_2 R_1 \varrho_1 \varrho_2)$$

die Summe der Zweigströme in der zweiten Gruppe

$$r_2 \varrho_2 s_2 = \frac{1}{N_1} (E_1 \varrho_2 + E_2 \mathfrak{R}_1 \varrho_2).$$

Der bei Verwendung gleicher Elemente nachgewiesene Satz, daß die Zweigströme in allen Linien sich in derselben Richtung bewegen, ist hier offenbar nur so lange richtig, als in der ersten Theilsumme das erste Glied größer ist als das zweite. Würde $E_2 = \frac{E_1}{R_1}\left(R_2 + \frac{1}{\varrho_2}\right)$ genommen, so würden alle Theilströme der ersten Gruppe verschwinden und sie würden eine umgekehrte Richtung erhalten, wenn $E_2 > \frac{E_1}{R_1}\left(R_2 + \frac{1}{\varrho_2}\right)$ gemacht würde. Diese Ungleichheit würde aber

in den meisten Fällen eine sehr bedeutende Verschiedenheit der elektromotorischen Kräfte der einzelnen Elemente voraussetzen. Da man aus andern Gründen so verschiedenartige Elemente nicht leicht in einer und derselben Batterie vereinigen wird, so soll dieser letzte Fall nicht näher in Betracht gezogen werden.

Für die übrigen Fälle ist dann die Intensität des Gesammtstromes wieder ausgedrückt durch

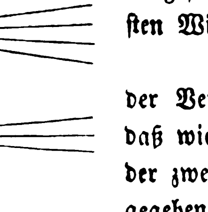
$$\Sigma_2 = \frac{1}{N_2} [E_1 (\mathfrak{R}_2 \varrho_1 + \varrho_2) + E_2 \varrho_2].$$

Differenzirt man diese Gleichung partiell nach E_1 und E_2, so wird

$$\frac{\partial \Sigma_2}{\partial E_1} = \frac{\mathfrak{R}_2 \varrho_1 + \varrho_2}{N_2}, \quad \frac{\partial \Sigma_2}{\partial E_2} = \frac{\varrho_2}{N_2}.$$

Beide Differentialquotienten sind positiv; es findet also in jedem Falle eine Vermehrung der Intensität des Gesammtstromes statt, wenn E_1 oder E_2 oder beide zusammen einen Zuwachs erhalten. Weil aber der erste Differentialquotient immer größer ist als der zweite, so ist es für die Intensität des Gesammtstromes vortheilhafter, die Elemente mit größerer elektromotorischer Kraft in die erste Gruppe zu stellen. Es ergiebt sich dieses Resultat übrigens auch unmittelbar aus dem bloßen Anblicke des Ausdruckes für Σ_2.

Annäherungsweise läßt sich diese Betrachtung auch auf eine Batterie anwenden, welche ursprünglich aus gleichen Elementen bestand, in der aber letztere während des Gebrauches den Werth ihrer Constanten in beiden Gruppen ungleichmäßig geändert haben. Diese Aenderung erfolgt wie bekannt gewöhnlich dadurch, daß bei fortgesetztem Gebrauche der innere Widerstand des Elementes abnimmt, während seine elektromotorische Kraft nur unbeträchtlichen Schwankungen ausgesetzt ist. So lange der Widerstand der Batterie beträchtlich kleiner ist als der Schließungsbogens, kann man sich die aus den angegebenen Ursachen eintretende Aenderung der Stromstärke ohne großen Fehler auch dadurch hervorgebracht denken, daß R constant bleibt, während E einen entsprechenden Zuwachs erhält. Dann ist die obige Betrachtung unmittelbar anwendbar, und es folgt aus ihr beispielsweise, daß wenn man die Batterien gruppenweise in verschiedenen Zeitabschnitten durch frisch zusammengestellte ersetzt, man die neugefüllten den übrigen von rückwärts anreihen muß, um die stärksten Wirkungen zu erzielen.



Nehmen wir nun an, es werde die bisherige Ordnung in der Verbindung der Batteriegruppen aufgegeben, etwa dadurch, daß wie in nebenstehender Figur die Aufeinanderfolge der Pole in der zweiten Gruppe umgekehrt wird, so hat man in den oben angegebenen Formeln, um dieselben diesem Falle anzupassen, nur das Vorzeichen von E_2 zu ändern. Die Summen der Zweigströme in jeder Gruppe sind dann ausgedrückt durch

$$(r_1 \varrho_1 s_1)' = \frac{1}{N_2} (E_1 \mathfrak{R}_1 \varrho_1 + E_2 R_1 \varrho_1 \varrho_2)$$

$$(r_2 \varrho_2 s_2)' = \frac{1}{N_2} (E_1 \varrho_2 - E_2 \mathfrak{R}_1 \varrho_2).$$

Es werden also bei dieser Verbindungsweise — sehr wenige Fälle ausgenommen, mit denen wir uns wieder nicht weiter befassen wollen — die Zweigströme der Linien der ersten Gruppe

in der Regel entgegengesetzt gerichtet sein mit denen der zweiten Gruppe. Versteht man wieder wie seither unter Gesammtstrom die absolute Menge der im ganzen Systeme in Bewegung befindlichen Elektricität, so wird unter der oben gemachten Einschränkung seine Intensität Σ'_2 hier offenbar ausgedrückt durch die algebraische Differenz der vorstehenden beiden Ausdrücke für $(r_1 \varrho_1 s_1)'$ und $(r_2 \varrho_2 s_2)'$, nämlich durch

$$\Sigma'_2 = \frac{1}{N_2} [E_1 (\mathfrak{R}_2 \varrho_1 - \varrho_2) + E_2 \varrho_2 (2 R_1 \varrho_1 + 1)]$$

und hieraus folgt

$$\frac{\partial \Sigma'_2}{\partial E_1} = \frac{\mathfrak{R}_2 \varrho_1 - \varrho_2}{N_2}, \quad \frac{\partial \Sigma'_2}{\partial E_2} = \frac{\varrho_2 (2 R_1 \varrho_1 + 1)}{N_2}.$$

Ein Zuwachs von E_2 führt mithin bei dieser Verbindungsweise immer eine Vermehrung des Gesammtstromes herbei; eine Zunahme von E_1 bewirkt dies aber nur dann, wenn zugleich $\mathfrak{R}_2 \varrho_1 > \varrho_2$ ist, welcher Bedingung in der Regel allerdings ebenfalls genügt sein wird. In welche Gruppe die Elemente mit größerer elektromotorischer Kraft zu stellen sein werden, hängt von dem Zeichen der Differenz $\mathfrak{R}_2 \varrho_1 - 2 \mathfrak{R}_1 \varrho_2$ ab. Ist diese Differenz positiv, so hat man die stärkeren Elemente in die erste, im entgegengesetzten Falle in die zweite Gruppe zu bringen.

Zur Vereinfachung der weiteren Betrachtungen möge von jetzt an wieder angenommen werden, daß sämmtliche in der Batterie vorhandenen Elemente unter sich gleich seien, d. h. daß wie früher für jedes einzelne derselben der Quotient $\frac{E_\mu}{R_\mu} = \alpha$ einen constanten Werth habe. Es wird dann für die entgegengesetzte Verbindung

$$(r_1 \varrho_1 s_1)' = \frac{\alpha}{N_2} R_1 \varrho_1 (2 R_2 \varrho_2 + 1)$$

$$(r_2 \varrho_2 s_2)' = -\frac{\alpha}{N_2} \varrho_2 (\mathfrak{R}_1 R_2 - R_1),$$

mithin unter der fast immer erfüllten Voraussetzung, daß $\mathfrak{R}_1 R_2 > R_1$ sei,

$$\Sigma'_2 = \frac{\alpha}{N_2} [R_1 \varrho_1 (2 R_2 \varrho_2 + 1) + \varrho_2 (\mathfrak{R}_1 R_2 - R_1)]$$

oder nach einer leichten Transformation

$$\Sigma'_2 = \alpha \left(1 - \frac{1}{N_2} + \frac{2 R_1 \varrho_2 (R_2 \varrho_1 - 1)}{N_2}\right). \qquad (2)$$

Da nun nach der Gleichung (3) des dritten Artikels für die gewöhnliche Verbindung der Batteriegruppen

$$\Sigma'_2 = \alpha \left(1 - \frac{1}{N_2}\right)$$

ist, so sieht man, daß durch die entgegengesetzte Verbindung eine intensivere Bewegung der Elektricität so lange hervorgerufen wird, als $R_2 > \frac{1}{\varrho_1}$ ist. Diese Ungleichheitsbedingung kann aber in Wirklichkeit sehr leicht erfüllt werden, um so leichter, je größer die Anzahl der mit der ersten Batteriegruppe in Verbindung gebrachten Zweiglinien genommen wird. Am stärksten tritt die Verschiedenheit der Werthe von Σ_2 und Σ'_2 an der Grenze hervor, wenn man sich die Größen ϱ_1 und ϱ_2 ins Unendliche zunehmend denkt. Es wurde schon im Art. 3 bemerkt, daß dann Σ_2 den Werth α erhält, während nach (1) Σ'_2 für diesen Fall den Werth 3α annimmt. Ebenso verschieden wie diese Grenzwerthe der Summen für das ganze System

verhalten sich die der Theilsummen in den verschiedenen Gruppen. Man findet nämlich für $\varrho_1 = \varrho_2 = \infty$

bei der gewöhnlichen	bei der entgegengesetzten
Verbindung	
$r_1 \varrho_1 s_1 = 0$	$(r_1 \varrho_1 s_1)' = 2\alpha$
$r_2 \varrho_2 s_2 = \alpha$	$(r_2 \varrho_2 s_2)' = -\alpha.$

Es folgt hieraus, daß, wenn nicht gleiche Stromrichtung in sämmtlichen Zweiglinien unerläßliche Bedingung ist, die Verwendung der entgegengesetzten Verbindung in sehr vielen Fällen vortheilhafter ist. Was den Zinkverbrauch in der Batterie betrifft, so versteht es sich von selbst, daß derselbe der Steigerung der Stromstärke entsprechend zunehmen muß. Bekanntlich geht aber in jedem Elemente eine beträchtliche Menge Zink durch innere Processe und ohne Nutzen für die Elektricitäts-Entwickelung verloren, und es besteht der Vortheil, den eine Verringerung der Anzahl der Elemente bei constant bleibendem Effecte mit sich bringt, eben darin, daß man diese secundären Verluste in möglichst enge Grenzen einschließt.

7.

Der im vierten Artikel allgemeiner durchgeführten Untersuchung analog bleibt nun auch für die entgegengesetzte Verbindung der beiden betrachteten Batteriegruppen zu ermitteln, wie die Größen R und ϱ zu theilen sind, damit die im ganzen Systeme circulirende Elektricitätsmenge ein Maximum werde.

Da hier $R_1 + R_2 = R$ und $\varrho_1 + \varrho_2 = \varrho$, so ist auch $R_2 = R - R_1$ und $\varrho_2 = \varrho - \varrho_1$ und nach Einführung dieser Werthe läßt sich die Gleichung (1) des vorhergehenden Artikels auch schreiben wie folgt

$$\Sigma'_2 = \alpha\left(3 - \frac{3 + 2R\varrho + 2R_1\varrho - 2R\varrho_1}{N}\right) \qquad (1)$$

wobei

$$N = R_1^2\varrho_1^2 - R_1^2\varrho\varrho_1 - RR_1\varrho_1^2 + RR_1\varrho\varrho_1 + R_1\varrho_1 - R\varrho_1 + R\varrho + 1$$

ist. Die Werthe der beiden absolut veränderlichen Größen R_1 und ϱ_1 sind somit den Maximumbedingungen entsprechend aus den Gleichungen

$$0 = \frac{\partial N}{\partial R_1}(3 + 2R\varrho + 2R_1\varrho - 2R\varrho_1) - 2\varrho N \qquad (2)$$

$$0 = \frac{\partial N}{\partial \varrho_1}(3 + 2R\varrho + 2R_1\varrho - 2R\varrho_1) + 2RN \qquad (3)$$

zu bestimmen, in welchen

$$\frac{\partial N}{\partial R_1} = 2R_1\varrho_1^2 - R\varrho_1^2 - 2R_1\varrho\varrho_1 + R\varrho\varrho_1 + \varrho_1$$

$$\frac{\partial N}{\partial \varrho_1} = 2R_1^2\varrho_1 - R_1^2\varrho - 2RR_1\varrho_1 + RR_1\varrho + R_1 - R$$

zu nehmen ist. Durch Einführung dieser Werthe gehen die Gleichungen (2) und (3) über in

$$\begin{aligned}\varrho_1^3(2R^2 - 4RR_1) - \varrho_1^2(5R + 4R^2\varrho - 6R_1 - 8RR_1\varrho - 2R_1^2\varrho)&\\ + \varrho_1(3 + 7R\varrho + 2R^2\varrho^2 - 6R_1\varrho - 4RR_1\varrho^2 - 2R_1^2\varrho^2) - 2R\varrho^2 - 2\varrho = 0&\end{aligned} \qquad (4)$$

$$\begin{aligned}-R_1^3(2\varrho^2 - 4\varrho\varrho_1) - R_1^2(\varrho - 6\varrho_1 + 2R\varrho_1^2)&\\ + R_1(3 + 3R\varrho + 2R^2\varrho^2 - 6R\varrho_1 - 4R^2\varrho\varrho_1 + 2R^2\varrho_1^2) - R = 0.&\end{aligned} \qquad (5)$$

Die directe Elimination einer der beiden Unbekannten giebt für die Bestimmung der andern



eine sehr verwickelte Gleichung vom 12ten Grade. Es ist deßhalb zur Ermittlung dieser Größen nachstehendes Verfahren vorzuziehen:

Multiplicirt man die Gleichung (2) mit R, die Gleichung (3) mit ϱ und addirt die Producte, so erhält man

$$\left(R\frac{\partial N}{\partial R_1}+\varrho\frac{\partial N}{\partial \varrho_1}\right)(3+2R\varrho+2R_1\varrho-2R\varrho_1)=0$$

und hieraus durch Einsetzen der Werthe der Differentialquotienten und gehöriges Zusammennehmen

$$(3+2R\varrho+2R_1\varrho-2R\varrho_1)(2R_1\varrho_1-R_1\varrho-R\varrho_1+1)(R_1\varrho+R\varrho_1-R\varrho)=0.$$

Es muß also entweder

$$3+2R\varrho+2R_1\varrho-2R\varrho_1=0 \tag{6}$$

oder

$$2R_1\varrho_1-R_1\varrho-R\varrho_1+1=0 \tag{7}$$

oder endlich

$$R_1\varrho+R\varrho_1-R\varrho=0 \tag{8}$$

sein; die successive Combination dieser drei Bedingungen mit den beiden vorgelegten Gleichungen liefert alle Paare simultaner Wurzeln, welche eben diesen Gleichungen Genüge leisten.

Als Resultat dieser Operation ergiebt sich, daß die Gleichungen (4) und (5) durch zwölf Paare von Werthen identisch gemacht werden, daß von diesen Wurzelpaaren jedoch nur acht eine bestimmte Bedeutung besitzen, während höchstens drei derselben physikalisch darstellbar sind. Auch von diesen drei letzten Paaren genügt, so lange sie überhaupt von einander verschieden sind, nur ein einziges den Bedingungen der vorliegenden Aufgabe.

Aus Rücksicht auf den Raum soll der Gang dieser etwas umständlichen Untersuchung nur in Umrissen angedeutet und blos soweit specieller ausgeführt werden, als er für das hier zu erreichende Resultat von unmittelbarem Interesse ist.

Daß die Combination der Bedingung (6) mit den beiden Grundgleichungen kein physikalisch mögliches Wurzelpaar liefern kann, folgt sofort aus der Bemerkung, daß die genannte Bedingung in physikalischer Hinsicht selbst unmöglich ist. Würde man dieselbe dennoch in die Grundgleichungen einführen, indem man aus ihr und einer der letzteren die Unbekannte ϱ_1 eliminirt, so erhält man für R_1 eine biquadratische Gleichung, welche immer zwei, unter Umständen sogar vier reelle Wurzeln hat. Es können dieselben, zusammen mit den zugehörigen ϱ_1, aber nicht als eigentliche Wurzelwerthe der Grundgleichungen gelten, da durch ihre Substitution in (1) die Größe Σ'_2 den unbestimmten Werth $\frac{0}{0}$ erhält.

Setzt man die Bedingung (7) in die beiden Gleichungen (4) und (5) ein, so ergeben sich vier in mathematischer Beziehung vollständig genügende Wurzelpaare, von welchen jedoch nur zwei physikalisch realisirt werden können, und auch diese nur so lange, als das Product $R\varrho$ der Bedingung $R\varrho > \frac{8}{5}$ Genüge leistet. Wenn $R\varrho < \frac{8}{5}$ ist, so werden die zu diesen beiden Paaren gehörigen Wurzelwerthe von R_1 und ϱ_1 imaginär. Denkt man sich die Größe R_1 als Abscisse, ϱ_1 als erste, Σ'_2 als zweite Ordinate eines rechtwinkligen Coordinatensystems, so liegen alle Scheitelpunkte von Σ'_2 in einer krummen Fläche mit der Eigenschaft, daß sie über dem in der (x, y) Ebene aus den Seiten R und ϱ gebildeten Vierecke durch eine senkrechte Ebene, welche die dem Anfangspunkte der Coordinaten gegenüberliegende Diagonale des

Viereckes enthält, in zwei symmetrische Hälften getheilt wird. Nach den Erörterungen des vorhergehenden Artikels ist aber klar, daß für die vorliegende Aufgabe höchstens diejenigen Werthe von R_1 und ϱ_1 ein physikalisches Interesse haben können, welche innerhalb des oben bezeichneten Viereckes liegen. Für die beiden oben erwähnten Wurzelpaare ist dies nun wirklich der Fall. Sie erhalten für den speciellen Werth $R\varrho = \frac{9}{5}$ gleiche Größe, und es stellt dann $R_1 = \frac{R}{3}$, $\varrho_1 = \frac{2\varrho}{3}$ eine Doppelwurzel vor, für welche das zugehörige Σ'_2 in der Diagonalebene selbst liegt. Für alle Werthe von $R\varrho > \frac{9}{5}$ liegt je ein Wurzelpaar in jeder Hälfte des erwähnten Viereckes; die zugehörigen unter sich gleichen und zur Diagonalebene symmetrisch liegenden Werthe von Σ'_2 sind locale Maxima, welche nur für ihre unmittelbare Umgebung ausgezeichnete Werthe und für die gegenwärtige Untersuchung kein besonderes Interesse besitzen. Die beiden andern zur Bedingung (7) gehörigen Wurzelpaare sind zwar immer reell, liegen aber, welchen Werth man auch dem Producte $R\varrho$ geben möge, außerhalb des allein in Betracht kommenden Viereckes.

Führt man endlich die dritte Bedingung (8) in die beiden Gleichungen (2) und (3) ein, so nehmen dieselben die nachstehende Gestalt an

$$4R_1^3\varrho\varrho_1 + 2R_1^2(\varrho + 3\varrho_1 - R\varrho_1^2) + 3R_1(1 - R\varrho_1) - R = 0$$
$$6\varrho_1^2(R_1 + R_1^2\varrho) + \varrho_1(3 - R_1\varrho - 4R_1^2\varrho_2) - 2\varrho - 2R_1\varrho^2 = 0.$$

Multiplicirt man die erste Gleichung mit $3R_1\varrho + 3$, die zweite mit RR_1 und addirt die Producte, so ergibt sich, wenn man die einzelnen Glieder gehörig ordnet

$$(R_1\varrho + 1)(2R_1\varrho + 3)(2R_1\varrho_1 + 1)(3R_1 - R) = 0.$$

Wenn man nun jeden dieser linearen Factoren, abermals mit der Bedingung (8) combinirt, so liefert der erste, dritte und vierte vier weitere Wurzelpaare, von welchen aber nur das letzte physikalisch dargestellt werden kann, und gerade dieses Paar, welchem die Einzelwerthe

$$R_1 = \frac{R}{3} \quad , \quad \varrho_1 = \frac{2\varrho}{3} \tag{9}$$

zukommen, und mit welchem die beiden oben erwähnten localen Maxima für den speciellen Werth $R\varrho = \frac{9}{5}$ zusammenfallen, ist das gesuchte Maximum maximorum.

Vorstehender Rechnungsgang wurde deßhalb gewählt, weil derselbe zur vollständigen Kenntniß sämmtlicher Wurzelpaare der Gleichungen (2) und (3) führt. Würde man sich mit der Ermittlung der in der Bedingung (8) enthaltenen Wurzeln, unter welchen sich allerdings die eigentliche Auflösung der Aufgabe befindet, begnügen, so führt der folgende Weg viel einfacher zum Ziele:

Durch Elimination der mit Differentialquotienten multiplicirten Glieder aus den Gleichungen (2) und (3) erhält man, wenn man noch bemerkt, daß die Größe N weder unendlich noch null ist, sofort

$$R\frac{\partial N}{\partial R_1} + \varrho\frac{\partial N}{\partial \varrho_1} = 0$$

und hieraus durch Integration

$$\varrho_1 = C - \frac{\varrho}{R}R_1.$$

Die Integrationsconstante C drückt die Entfernung vom Anfangspunkte aus, in welcher die durch vorstehende Gleichung dargestellte gerade Linie die Ordinatenaxe schneidet, und hat, wie



aus den Bedingungen der Aufgabe erhellt, den Werth ϱ. Hiermit geht dann die letzte Gleichung über in

$$\varrho_1 = \varrho - \frac{\varrho}{R} R_1 \quad \text{oder in} \quad R_1 \varrho + R \varrho_1 - R \varrho = 0$$

wie auch in (8) gefunden wurde.

Es bleibt nun noch nachzuweisen, daß bei einer den Gleichungen (9) entsprechenden Theilung der Größen R und ϱ und bei der entgegengesetzten Verbindung der Batteriegruppen die Zweigströme der Linien in beiden Gruppen auch wirklich entgegengesetzte Richtungen erhalten, da die ganze letzte Entwickelung nur unter dieser Voraussetzung Gültigkeit hat. Nach dem vorhergehenden Artikel ist diese Bedingung erfüllt, so lange $R_2 \mathfrak{R}_1 > R_1$ ist. Setzt man hier die Werthe $R_1 = \frac{R}{3}$, $R_2 = \frac{2R}{3}$ und $\varrho_1 = \frac{2\varrho}{3}$ ein, so geht diese Ungleichheit über in

$$\frac{4R\varrho}{9} + 1 > 0.$$

Da die linksstehende Größe nur positive Werthe haben kann, so sieht man, daß das Maximum in dieser Beziehung immer zulässig ist.

Zur Bestimmung der bei dieser Maximumtheilung im ganzen Systeme in Bewegung gebrachten Elektricitätsmenge erhält man durch die Substitution der Werthe (9) in der Gleichung (1) die sehr einfache Beziehung

$$\Sigma'_2 = \alpha \frac{3R\varrho}{R\varrho + 9}. \tag{10}$$

Der Werth dieses Bruches wächst gleichzeitig mit dem Producte $R\varrho$ oder (bei unverändertem ϱ) mit dem Werthe von R und nähert sich stetig seinem Grenzwerthe 3α. Hieraus folgt also, daß dieser Maximumwerth von Σ'_2 nur als ein relativer betrachtet werden kann, und daß ein solcher im absoluten Sinne (wie bei der von Ohm untersuchten Aufgabe) gar nicht existirt. Es gilt diese Bemerkung in derselben Weise auch für das früher bestimmte $\overset{0}{\Sigma}_n$.

Was die Vertheilung der Elektricitätsmenge (10) in den beiden Liniengruppen anbelangt, so findet man für dieselbe leicht

$$(r_1 \varrho_1 s_1)' = \alpha \frac{2R\varrho}{R\varrho + 9} \quad , \quad (r_2 \varrho_2 s_2)' = -\alpha \frac{R\varrho}{R\varrho + 9}.$$

Im Maximumfalle ist somit bei der entgegengesetzten Verbindung beider Batteriegruppen in der ersten Liniengruppe genau doppelt so viel Elektricität in strömender Bewegung, als in den Linien der zweiten Gruppe, und es fällt diese Vertheilung mit dem weiter oben bei beliebiger Theilung von R und ϱ für unendlich große ϱ_1 und ϱ_2 ermittelten Verhältnisse in bemerkenswerther Weise zusammen. Wollte man also bei der hier betrachteten Anordnung in den Zweiglinien beider Gruppen annähernd gleich intensive Zweigströme haben, so wäre das nur dadurch zu erreichen, daß man die Größe ϱ_1 entweder aus der doppelten Gliederzahl oder aus der gleichen Anzahl halb so großer Glieder bildet, als die Summe ϱ_2; mit andern Worten, man hätte bei dieser Verbindung der Batteriegruppen die Zweiglinien vom größten Widerstande von der ersten Batteriegruppe auslaufen zu lassen.

Mit Hülfe der obenstehenden Formeln lassen sich noch mehrere Aufgaben lösen, welche zu einer näheren Vergleichung der aus den verschiedenen Verbindungsweisen zweier Batteriegruppen entspringenden Resultate dienen. Z. B.



Ein durch die Größen R und ϱ bestimmtes System wurde den Maximalbedingungen entsprechend in zwei Gruppen mit gewöhnlicher Verbindung der Elemente zerlegt; wie viele Elemente gleicher Art muß man bei entgegengesetzter Verbindung der beiden Batteriegruppen in dem wieder dem Maximum entsprechend angeordneten Systeme verwenden, damit die ganze Elektricitätsströmung in beiden Fällen denselben Werth behalte? Ferner:

Welche Elementenzahl liefert für die entgegengesetzte Verbindung bei der dem Maximum entsprechenden Zweitheilung in der ersten Liniengruppe dieselbe Strommenge, als eine gegebene Elementenanzahl für die gewöhnliche Verbindung, ebenfalls bei Maximaltheilung, in der zweiten Liniengruppe? u. s. w.

Obgleich diese Fragen in der Wirklichkeit vorkommen, glaube ich doch, mich bei ihnen nicht weiter aufhalten zu sollen, da ihre Beantwortung mit keinerlei Schwierigkeiten verbunden ist. —

In der eben durchgeführten Untersuchung waren beide Größen R und ϱ gleichzeitig unter die Gruppen zu vertheilen. Man könnte eben sowohl für eine dieser Größen von vorne herein eine bestimmte Theilung vorschreiben, und nur die andere so in zwei Theile zerlegen wollen, daß diese Zerlegung dem Maximum der Stromstärke entspricht.

Es hängt zwar dann die Bestimmung der einzigen unabhängigen veränderlichen Größe nur von der Auflösung einer quadratischen Gleichung ab; dafür erscheint aber der Werth dieser Unbekannten in irrationaler Gestalt. Man findet nämlich, wenn von vorne herein eine bestimmte Theilung der Batterie vorgeschrieben wäre

$$\varrho_1 = \frac{1}{2R}\left(3 + 2\varrho(2R_1 + R_2) - \sqrt{7 - 2\left(\frac{2R_1}{R_2} - \frac{R_2}{R_1}\right) + 2\varrho\left[R_1\left(7 - \frac{2R_1}{R_2}\right) + 3R_2\right] + 4R_1\varrho^2(2R_1 + R_2)}\right)$$

und umgekehrt bei einer gegebenen Theilung der Zweiglinien

$$R_1 = \frac{1}{2\varrho}\left(-3 - 2R\varrho_2 + \sqrt{7 - 2\left(\frac{2\varrho_2}{\varrho_1} - \frac{\varrho_1}{\varrho_2}\right) + 2R\left[\varrho_2\left(7 - \frac{2\varrho_2}{\varrho_1}\right) + 3\varrho_1\right] + 4R^2\varrho_2(\varrho_1 + 2\varrho_2)}\right).$$

Die Curven, welche den geometrischen Ort des Maximum für ein gegebenes R_1 oder ϱ_1 darstellen, sind also Linien der vierten Ordnung. Sie besitzen die Eigenschaft, daß im Allgemeinen drei ihrer gemeinschaftlichen Durchschnitte innerhalb des von den Seiten R und ϱ gebildeten Viereckes liegen. Von diesen Schnittpunkten befindet sich immer mindestens einer auf der dem Anfangspunkte der Coordinaten gegenüber liegenden Diagonale, und stellt das oben bestimmte Maximum maximorum für die willkürliche Theilung von R und ϱ vor.

Dieser Durchschnittspunkt ist auch in algebraischer Beziehung dadurch ausgezeichnet, daß seine Coordinaten $R_1 = \frac{R}{3}$ und $\varrho_1 = \frac{2\varrho}{3}$ die einzigen positiven Werthe sind, für welche in den beiden vorstehenden Curvengleichungen die rechte Seite rational wird, ohne daß den Größen R und ϱ bestimmte Werthe beigelegt werden.

Denn soll z. B. in dem Ausdrucke für ϱ_1 sich die Quadratwurzel in endlicher Form ausziehen lassen, so muß offenbar sein



$$7 - \frac{4R_1}{R_2} + \frac{2R_2}{R_1} = \mu_2$$

$$R_1\left(7 - \frac{2R_1}{R_2}\right) + 8R_2 = \mu\nu$$

$$8R_1^2 + 4R_1R_2 = \nu^2.$$

Hieraus folgt

$$\frac{\mu}{\nu} = \frac{7 - \frac{4R_1}{R_2} + \frac{2R_2}{R_1}}{7R_1 - \frac{2R_1^2}{R_2} + 8R_2} = \frac{7R_1 - \frac{2R_1^2}{R_2} + 8R_2}{8R_1^2 + 4R_1R_2}$$

oder

$$(R_1 + R_2)^2\,(2R_1 - R_2)^2 = 0.$$

Der erste Factor giebt für R_1 einen negativen Werth, der zweite dagegen $R_1 = \frac{R_2}{2}$ oder, da $R_1 + R_2 = R$ sein muß, $R_1 = \frac{R}{3}$, womit die obige Behauptung erwiesen ist. Dieselbe Rechnung gilt sofort auch für die Gleichung der zweiten Curve, wenn man nur ϱ_2 statt R_1 und ϱ_1 statt R_2 schreibt.

8.

Von den im ersten Artikel angeführten allgemeinen Gleichungen (1) enthält jede mindestens zwei Größen s mit verschiedenem Index, dagegen immer nur eine einzige von den Größen R. In Folge dieses Umstandes kann, wenn man in einem aus mehreren Gruppen bestehenden Systeme die Constanten der Batterie als gegeben betrachtet, die Kenntniß der Werthe der verschiedenen Zweigströme s immer nur durch ein wirkliches Eliminationsverfahren erlangt werden. Wenn man aber umgekehrt die Intensitäten dieser Zweigströme von vorneherein fixirt, und dann die in jede Gruppe zu bringenden galvanischen Elemente so bestimmen will, daß die durch sie im ganzen Systeme hervorgerufenen Zweigströme die gegebenen Werthe annehmen, so nehmen die zu dieser Bestimmung dienenden Formeln eine weit einfachere Gestalt an. Man hätte hiernach also z. B. die Intensität s_1 des Zweigstromes in einer Linie der ersten Gruppe als gegeben zu betrachten, und dann die übrigen Größen $s_2, s_3, \ldots, s_n$ aus den vorhandenen Gleichungen so zu bestimmen, daß sie die Bedingungen $s_2 = c_2 s_1$, $s_3 = c_3 s_1, \ldots$, $s_n = c_n s_1$ erfüllen, wobei $c_2, c_3, \ldots, c_n$ ebenfalls gegebene Größen vorstellen.

Um homogenere Formeln zu erhalten, wird es aber angemessener sein, eine neue Größe s durch nachstehende Bedingungen einzuführen

$$s_1 = c_1 s, \quad s_2 = c_2 s, \; \ldots, \; s_n = c_n s,$$

wobei s immer positiv genommen werden kann, da über die Vorzeichen der Factoren c_1, $c_2, \ldots, c_n$ noch nicht disponirt wurde. Eliminirt man durch diese Bedingungen aus den Gleichungen (1) des ersten Artikels die Größen $s_1, s_2, \ldots, s_n$, so ergibt sich

$$\left.\begin{aligned}
R_1 s(c_1 r_1 \varrho_1 + c_2 r_2 \varrho_2 + c_3 r_3 \varrho_3 + \ldots + c_n r_n \varrho_n) &= E_1 - s c_1 r_1 \\
R_2 s(c_2 r_2 \varrho_2 + c_3 r_3 \varrho_3 + \ldots + c_n r_n \varrho_n) &= E_2 + s(c_1 r_1 - c_2 r_2) \\
R_3 s(c_3 r_3 \varrho_3 + \ldots + c_n r_n \varrho_n) &= E_3 + s(c_2 r_2 - c_3 r_3) \\
&\vdots \\
R_{n-1} s(c_{n-1} r_{n-1} \varrho_{n-1} + c_n r_n \varrho_n) &= E_{n-1} + s(c_{n-2} r_{n-2} - c_{n-1} r_{n-1}) \\
R_n s c_n r_n \varrho_n &= E_n + s(c_{n-1} r_{n-1} - c_n r_n)
\end{aligned}\right\} (1)$$

und hieraus

$$R_1 = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_1 - s c_1 r_1}{c_1 r_1 \varrho_1 + c_2 r_2 \varrho_2 + c_3 r_3 \varrho_3 + \ldots + c_n r_n \varrho_n}$$

$$R_2 = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_2 + s(c_1 r_1 - c_2 r_2)}{c_2 r_2 \varrho_2 + c_3 r_3 \varrho_3 + \ldots + c_n r_n \varrho_n}$$

$$R_3 = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_3 + s(c_2 r_2 - c_3 r_3)}{c_3 r_3 \varrho_3 + \ldots + c_n r_n \varrho_n}$$

$$\vdots$$

$$R_{n-1} = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_{n-1} + s(c_{n-2} r_{n-2} - c_{n-1} r_{n-1})}{c_{n-1} r_{n-1} \varrho_{n-1} + c_n r_n \varrho_n}$$

$$R_n = \frac{1}{s} \cdot \frac{E_n + s(c_{n-1} r_{n-1} - c_n r_n)}{c_n r_n \varrho_n}$$

Für die Werthe von $R_1, R_2, \ldots R_n$, welche aus diesen Gleichungen hervorgehen, ist bis jetzt nur die Bedingung vorhanden, daß sie unter allen Umständen positiv ausfallen müssen. Dieser Forderung kann aber, da die vorhandenen n Gleichungen die $n+1$ willkürlichen Größen $c_1, c_2, \ldots, c_n$ und s enthalten, noch auf unendlich viele Weisen genügt werden, und es müßte, um die Aufgabe zu einer bestimmten zu machen, eine weitere Relation zwischen den eben genannten Größen gegeben sein.

Nimmt man zuerst an, daß alle Elemente unter sich und mit den Linien in derselben Ordnung der Pole verbunden, und daß ferner sämmtliche Zweigströme unter sich und mit dem positiven s gleichgerichtet sind, und bezeichnet man durch $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n$ eine Reihe von positiven echten Brüchen, so müssen, damit die Widerstände $R_1, R_2, \ldots, R_n$ positive Werthe erhalten, nachstehende Bedingungen erfüllt sein

$$c_1 r_1 s = \theta_1 E_1$$
$$c_2 r_2 s = \theta_2 (E_2 + c_1 r_1 s)$$
$$c_3 r_3 s = \theta_3 (E_3 + c_2 r_2 s)$$
$$\vdots$$
$$c_n r_n s = \theta_n (E_n + c_{n-1} r_{n-1} s)$$

Diese Gleichungen erhalten eine für die Zahlenrechnung etwas bequemere Gestalt, wenn man anstatt der noch willkürlichen Brüche $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n$ einen Mittelwerth θ einführt, welcher also ebenfalls zwischen 0 und $+1$ liegt; sie gehen dann über in

$$c_1 r_1 s = E_1 \theta$$
$$c_2 r_2 s = E_2 \theta + E_1 \theta^2$$
$$c_3 r_3 s = E_3 \theta + E_2 \theta^2 + E_1 \theta^3$$
$$\vdots$$
$$c_n r_n s = E_n \theta + E_{n-1} \theta^2 + E_{n-2} \theta^3 + \ldots + E_1 \theta^n$$

und bestimmen die Verhältnisse, in welchen bei gegebenen $E_1, E_2, \ldots, E_n$ die Größen $c_1, c_2, \ldots, c_n$ zu einander stehen müssen, damit die zugehörigen Batteriewiderstände $R_1, R_2, \ldots, R_n$ mögliche Werthe erhalten.

Es werde nun ferner vorausgesetzt, daß alle Elemente bei ungeänderter gegenseitiger Verbindung auch gleicher Natur seien, oder daß man habe $E_\mu = \alpha R_\mu$, wobei wieder, wie früher, α einen constanten Factor vorstellt. Bei dieser Annahme besitzen, wie in Artikel 3 gezeigt wurde, alle Zweigströme des ganzen Systems gleiche Richtungen, und die Gleichungen (1) gehen über in

$$\left.\begin{array}{ll} c_1 r_1 s = & R_1 [\alpha - (c_1 r_1 \varrho_1 + c_2 r_2 \varrho_2 + c_3 r_3 \varrho_3 + \ldots + c_n r_n \varrho_n) s] \\ (c_2 r_2 - c_1 r_1) s = & R_2 [\alpha - (c_2 r_2 \varrho_2 + c_3 r_3 \varrho_3 + \ldots + c_n r_n \varrho_n) s] \\ (c_3 r_3 - c_2 r_2) s = & R_3 [\alpha - (c_3 r_3 \varrho_3 + \ldots + c_n r_n \varrho_n) s] \\ \vdots & \\ (c_{n-1} r_{n-1} - c_{n-2} r_{n-2}) s = & R_{n-1} [\alpha - (c_{n-1} r_{n-1} \varrho_{n-1} + c_n r_n \varrho_n) s] \\ (c_n r_n - c_{n-1} r_{n-1}) s = & R_n (\alpha - c_n r_n \varrho_n s). \end{array}\right\} \quad (2)$$

Es müssen also aus dem schon angegebenen Grunde die Größen s und $c_1, c_2, \ldots, c_n$ den Ungleichheiten

$$\alpha > (c_1 r_1 \varrho_1 + c_2 r_2 \varrho_2 + \ldots + c_n r_n \varrho_n) s$$

und

$$\begin{array}{lcl} c_2 r_2 > c_1 r_1 & \text{oder} & c_2 > \frac{r_1}{r_2} c_1 \\ c_3 r_3 > c_2 r_2 & & c_3 > \frac{r_2}{r_3} c_2 \\ \vdots & & \vdots \\ c_n r_n > c_{n-1} r_{n-1} & & c_n > \frac{r_{n-1}}{r_n} c_{n-1} \end{array}$$

genügen; innerhalb dieser Grenzen kann über die genannten Größen noch immer frei verfügt werden. Sollten z. B. die verschiedenen Zweigströme die Glieder einer geometrischen Reihe mit dem Exponenten c bilden, so hätte man zu setzen

$$c_1 = c, \quad c_2 = c^2, \ldots\ldots c_n = c^n,$$

wodurch die oben aufgestellten Ungleichheiten folgende Form erhalten

$$\alpha > (r_1 \varrho_1 + c r_2 \varrho_2 + c^2 r_3 \varrho_3 + \ldots + c^{n-1} r_n \varrho_n) c s$$

$$c > \frac{r_1}{r_2}$$

$$c > \frac{r_2}{r_3}$$

$$\vdots$$

$$c > \frac{r_{n-1}}{r_n}.$$

Die letzten $n - 1$ Ungleichheiten lassen sich durch die einzige

$$c^{n-1} > \frac{r_1}{r_n} \quad \text{oder} \quad c > \sqrt[n-1]{\frac{r_1}{r_n}}$$

ersetzen, welche in Verbindung mit der ersten die erforderlichen Grenzwerthe für die Wahl der Größen c und s liefert.

Wenn verlangt wird, daß alle Zweigströme gleiche Intensität erhalten, so wird auch von diesen beiden Ungleichheiten noch eine überflüssig. Man hat nämlich dann $c_1 = c_2 = \ldots = c_n = c$ zu nehmen, und in den Gleichungen (2) kommen die Größen c explicite gar nicht mehr vor, wenn man in ihnen der Kürze wegen s statt cs schreibt. Denkt man sich noch die Widerstände $r_1, r_2, \ldots, r_n$ der Zweiglinien so geordnet, daß sie in der Reihenfolge ihrer Indices wachsen, oder daß jedes Glied der Reihe $r_1, r_2, \ldots, r_n$ größer oder wenigstens nicht kleiner ist, als alle vorhergehenden, so hat man nur die Größe s so zu wählen, daß

$$s < \frac{\alpha}{r_1 \varrho_1 + r_2 \varrho_2 + \dots + r_n \varrho_n}$$

wird, um aus der Gleichung

$$R_\mu = \frac{(r_\mu - r_{\mu-1})\, s}{\alpha - (r_\mu \varrho_\mu + r_{\mu+1} \varrho_{\mu+1} + \dots + r_n \varrho_n) s}$$

für den Batteriewiderstand einer beliebigen Gruppe des Systems einen möglichen, d. h. positiven Werth zu erhalten.

Die bisher festgehaltene Einschränkung, daß die einzelnen Elemente der verschiedenen Batteriegruppen in einer unabänderlichen Ordnung unter sich verbunden seien, ist, wie leicht einzusehen, für das vorliegende Verfahren durchaus nicht wesentlich. Um auch einen Fall zu betrachten, in welchem diese Bedingung nicht mehr erfüllt ist, möge angenommen werden, daß die 2te, 4te, ..., (2k)te Batteriegruppe mit der 1ten, 3ten, ..., (2k — 1)ten bei verwechselter Ordnung der Pole verbunden ist; es sollen gleichzeitig die Zweigströme der Liniengruppen mit geradem Index die umgekehrte Richtung erhalten als die der ungeraden Gruppen. Zur Vermeidung von Doppelzeichen werde ferner vorausgesetzt, daß die Gruppenzahl des ganzen Systems eine gerade und alle in ihm enthaltenen galvanischen Elemente unter sich gleich sind.

Da unter diesen Annahmen $E_2, E_4, \dots, E_{2k}$ im entgegengesetzten Sinne wirken, so hat man nun statt $\alpha R_2, \alpha R_4, \dots, \alpha R_{2k}$ zu schreiben $-\alpha R_2, -\alpha R_4, \dots, -\alpha R_{2k}$, d. h. in allen Gruppen mit geradem Index $-\alpha$ statt α zu setzen; ferner müssen auch die Größen $c_2, c_4, \dots, c_{2k}$ das entgegengesetzte Vorzeichen erhalten, da die Ströme dieser Gruppen in verkehrter Richtung fließen und s immer als positive Größe gelten soll. Hierdurch nehmen die Gleichungen (2) nachstehende Gestalt an:

$$\begin{aligned}
c_1 r_1 s &= R_1 [\alpha + c_2 r_2 \varrho_2 s + c_4 r_4 \varrho_4 s + \dots + c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k} s \\
&\qquad - (c_1 r_1 \varrho_1 s + c_3 r_3 \varrho_3 s + \dots + c_{2k-1} r_{2k-1} \varrho_{2k-1} s)] \\
-(c_2 r_2 + c_1 r_1) s &= R_2 [c_2 r_2 \varrho_2 s + c_4 r_4 \varrho_4 s + \dots + c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k} s \\
&\qquad - (\alpha + c_3 r_3 \varrho_3 s + \dots + c_{2k-1} r_{2k-1} \varrho_{2k-2} s)] \\
(c_3 r_3 + c_2 r_2) s &= R_3 [\alpha + c_4 r_4 \varrho_4 s + \dots + c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k} s \\
&\qquad - (c_3 r_3 \varrho_3 s + \dots + c_{2k-1} r_{2k-1} \varrho_{2k-1} s)] \\
&\vdots \\
(c_{2k-1} r_{2k-1} + c_{2k-2} r_{k2-2}) s &= R_{2k-1} (\alpha + c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k} s - c_{2k-1} r_{2k-1} \varrho_{2k-1} s) \\
-(c_{2k} r_{2k} + c_{2k-1} r_{2k-1}) s &= R_{2k} (c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k} s - \alpha)
\end{aligned}$$

und es folgen aus denselben für die Größen $R_1, R_2, \dots, R_{2k}$ positive Werthe, sobald

$$\begin{aligned}
\alpha + (c_2 r_2 \varrho_2 + c_4 r_4 \varrho_4 + \dots + c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k}) s &> (c_1 r_1 \varrho_1 + c_3 r_3 \varrho_3 + \dots + c_{2k-1} r_{2k-1} \varrho_{2k-1}) s \\
\alpha + (c_3 r_3 \varrho_3 + \dots + c_{2k-1} r_{2k-1} \varrho_{2k-1}) s &> (c_2 r_2 \varrho_2 + c_4 r_4 \varrho_4 + \dots + c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k}) s \\
\alpha + (c_4 r_4 \varrho_4 + \dots + c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k}) s &> (c_3 r_3 \varrho_3 + \dots + c_{2k-1} r_{2k-1} \varrho_{2k-1}). \\
&\vdots \\
\alpha + c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k} s &> c_{2k-1} r_{4k-1} \varrho_{2k-1} s \\
\alpha &> c_{2k} r_{2k} \varrho_{2k} s
\end{aligned}$$

Indem man in diesem Systeme von unten beginnt und nach oben fortgeht, kann man die zulässigen Grenzwerthe für die Größen $c_{2k}, c_{2k-1}, \dots, c_1$ ohne Mühe ermitteln. Der Grenz-

werth für s ergibt sich, wenn man sämmtliche Ungleichheiten durch Addition vereinigt. Es wird nämlich

$$2k\alpha > (c_1 r_1 \varrho_1) + c_3 r_3 \varrho_3 + \cdots + c_{2k-1} r_{2k-1} \varrho_{2k-1}) s$$

oder

$$s < \frac{2k\alpha}{c_1 r_1 \varrho_1 + c_3 r_3 \varrho_3 + \cdots + c_{2k-1} r_{2k-1} \varrho_{2k-1}}.$$

Würde man verlangen, daß alle Zweigströme, abgesehen von ihrer bereits bestimmten Richtung, gleich intensiv sein sollen, so wäre nur die einzige Bedingung

$$s < \frac{2k\alpha}{r_1 \varrho_1 + r_3 \varrho_3 + \cdots + r_{2k-1} \varrho_{2k-1}}$$

zu erfüllen, wobei wieder s statt cs geschrieben ist, und ganz ähnliche Formeln ergeben sich auch für eine ungerade Gruppenzahl.

Der Eisenbahndienst-Telegraph.

Von **C. Frischen.**

(Aus dem Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. Band 3 Heft 5 u. 6.)

Wenngleich in der Neuzeit die Frage, welche Apparate und Einrichtungen für den Eisenbahndienst-Telegraphen zu wählen sind, schon ziemlich übereinstimmend beantwortet ist, so sind dagegen auch die Anforderungen an den Eisenbahndienst-Telegraphen gewachsen, und er ist ein wichtiger und unentbehrlicher Factor der Eisenbahnen geworden. — Aus diesem Grunde mag es erlaubt sein, einige Betrachtungen über die Frage „wie soll der Eisenbahndienst-Telegraph beschaffen sein" hier anzustellen.

Die Hauptbedingungen, welche der Eisenbahndienst-Telegraph zu erfüllen hat, sind:

1) die Apparate müssen einfach und dauerhaft sein und nicht leicht in Unordnung gerathen können;
2) die Correspondenz muß leicht und sicher von Statten gehen;
3) der Apparat muß die Depesche in bleibenden Zeichen geben;
4) der Apparat muß möglichst wenig Beaufsichtigung, Regulirung zc. bedürfen.

Alle diese Anforderungen erfüllt im vollsten Maaße bis jetzt nur der Morse'sche Telegraphenapparat, wenn demselben eine zweckmäßige Einrichtung gegeben wird; der diesem Apparate oft gemachte Vorwurf, daß das Telegraphiren schwer zu erlernen sei, kann nur von Nichtkennern ausgesprochen werden, denn in der Praxis hat sich der Vorwurf nicht bestätigt; anderntheils ist es auch durchaus nicht erforderlich, daß jede beliebige Person sofort den Telegraphen handhaben kann, und läßt sich dies bei keinem System erreichen. Eine verhältnißmäßig kurze Uebungszeit kann nie in Frage kommen.

Es sind nun eine ganze Reihe von „Schreibapparaten" nach Morse's System hergestellt



worden, welche ihrem Zweck mehr oder minder entsprechen. Für den Eisenbahndienst können wohl nur zwei Sorten in Frage kommen; diese sind:

1) der einfache gewöhnliche Apparat, welcher die Zeichen vermittelst einer Stahlspitze in den Papierstreifen reliefartig eindrückt, und darum Reliefschreiber genannt wird, oder
2) der Schwarz- oder Blauschreiber, welcher die Zeichen mit schwarzer, in der Neuzeit vorzugsweise mit blauer Farbe auf den Papierstreifen markirt.

Der letztere Apparat wird durch die Farbeneinrichtung um vieles complicirter, und ist Beschädigungen leicht ausgesetzt.

Die Farbe trocknet, wenn der Apparat einige Zeit nicht gebraucht ist, ein, und sind dergleichen Uebelstände mehr vorhanden.

Der große Vortheil, daß der Blauschreiber zu seiner Bewegung nur einer geringen elektrischen Kraft bedarf und daher ohne Vermittelung eines Relais direct in Thätigkeit gesetzt werden kann, verliert für den Eisenbahndienst durchaus seine Bedeutung dadurch, daß seine Bewegungen, weil mit geringer Kraft, auch geräuschloser geschehen. Der Eisenbahndienst-Telegraph wird der Hauptsache nach von Eisenbahnbeamten mitbedient; diese sind mit anderen Arbeiten, vielleicht gar im Nebenraume, beschäftigt, und können dem Telegraphenapparate nicht ihre stete Aufmerksamkeit zuwenden. Der Apparat muß daher laute und vernehmliche Zeichen geben, die in besonders markirter Weise dem Beamten den Anruf seiner Station zur Kenntniß bringen, ja ihn aus einem unfreiwilligen Schlaf erwecken können. — Der Blauschreiber ohne Relais, erfüllt diesen Zweck nicht, und es bedarf besonderer Weckervorrichtungen, um den Zweck zu erfüllen. — Der Blauschreiber mit Relais erfüllt zwar den letzt beregten Zweck, allein er schließt damit auch die schon erwähnten Nachtheile in sich; für größere Stationen mit besonderen Telegraphisten hat der Blauschreiber gewiß seine Vorzüge, für den gewöhnlichen Eisenbahndienst-Telegraph ist nur der gewöhnliche Reliefschreiber mit laut tönender Bewegung zu empfehlen, da er zugleich Einfachheit mit Sicherheit in sich vereinigt.

Die Art und Weise, wie die Telegraphenapparate durch den elektrischen Strom in Thätigkeit gesetzt werden, kann der Hauptsache nach auf dreierlei Weise geschehen:

1) mit Arbeitsstrom,
2) mit Ruhestrom,
3) mit Gegenstrom.

Theoretisch betrachtet sind zwischen allen drei Stromeinrichtungen nur geringe Unterschiede zu machen, in der Praxis aber gestaltet sich die Frage anders und hängt von vielen Umständen ab; wesentlich wird dieselbe dadurch modificirt, daß es eine unter allen Witterungsverhältnissen absolut isolirte Telegraphenleitung nicht giebt.

Beim Betriebe der Linien mit Arbeitsstrom ist auf jeder der einzelnen Stationen eine so starke Leitungsbatterie aufgestellt, daß solche für die entferntesten Stationen der Linie ausreicht, und wird dieselbe beim Arbeiten — daher Arbeitsstrom — d. h. beim Niederdrücken der Taste in den Kreislauf der Leitung eingeschaltet, und setzt dadurch die Apparate der anderen Stationen in Thätigkeit.

Hat eine Telegraphenleitung viele Zwischenstationen, wie z. B. die $16\frac{1}{2}$ Meilen lange Eisenbahndienstleitung Hannover-Bremen 15 Stationen in sich schließt, und sind zum Betriebe dieser Linie im Ganzen etwa 30 Elemente erforderlich, so müssen beim Arbeitsstrom auf jeder Station diese 30 Elemente vorhanden sein, und sind auf benannter Linie $30 \times 15 = 450$ Elemente zu unterhalten.

Es ist ferner wohl von selbst klar, daß 15 Batterien, die auf den verschiedenen Stationen stehen, in ihren elektrischen Wirkungen nie so abgemessen werden können, daß ihre Ströme stets einander gleich sind; bringt man dazu die unvermeidlichen Nebenschließungen der Telegraphenleitung mit in Anschlag, so geht daraus schon hervor, daß es nicht zu erreichen ist, daß auf einen und denselben Telegraphenapparat der Strom einer entfernten Station eben so kräftig einwirkt, wie der einer naheliegenden, und daß die verschiedenen Stromstärken der 14 anderen Stationen eine gleiche Wirkung auf einen Apparat ausüben sollen, gehört noch zu den frommen Wünschen.

Läßt man sonstige Uebelstände ganz außer Acht, so geht schon aus obiger Betrachtung her-

vor, daß zur Erreichung der unter ad 4) ausgesprochenen Bedingung die Anwendung des Arbeitsstromes für eine Eisenbahndienstleitung mit vielen Stationen sich durchaus nicht empfiehlt. — Für Linien mit wenigen Stationen, oder für sehr lange Linien, wird je nach den Verhältnissen der Arbeitsstrom vorzuziehen sein.

Behalten wir das obige Beispiel der Linie Hannover-Bremen im Auge, so waren im Ganzen für die Einrichtung mit Arbeitsstrom 15 × 30 = 450 Elemente nothwendig; für die Einrichtung mit Ruhestrom hingegen ist nur im Ganzen die Aufstellung von nur 30 Elementen erforderlich, welche entweder zur Hälfte auf jeder Endstation, oder noch besser, zweckmäßig vertheilt, auf mehreren Stationen zu placiren sind.

Diese 30 Elemente wirken alle in einer Richtung, ergänzen sich zu einer Batterie und senden ihren Strom continuirlich durch die ganze Telegraphenleitung im Zustande der Ruhe — daher Ruhestrom.

Durch diesen continuirlichen Strom werden die Anker aller Relaismagnete angezogen; wird durch das Niederdrücken der Taste der Leitungsstrom unterbrochen, so fallen die Relaisanker aller Stationen ab, und setzen dabei mit Hülfe der Localbatterien die resp. Schreibapparate in Thätigkeit. — Die Schwankungen in der Stärke des Linienstromes sind verschwindend und jede einzelne Station kann mit Leichtigkeit ihren Apparat so einstellen, daß alle Zeichen klar und deutlich hörbar sind und mit aller Sicherheit darauf rechnen, daß ohne weitere Beachtung der Apparate das Stationsrufzeichen ihr zu Ohren kommt, wodurch die ad 4) ausgesprochene Bedingung erfüllt wird.

Dem Ruhestrom kann nur der Vorwurf gemacht werden, daß die Nebenschließungen der Linie mit ihrer wachsenden Stärke — auch zunehmend mit Länge der Linien — einen verhältnißmäßig ungünstigeren Einfluß ausüben, als dies beim Arbeitsstrom der Fall ist. — Doch sind die Eisenbahndienstleitungen meist von geringer Länge, weshalb dabei die Frage nur einer sehr beschränkten Berücksichtigung bedarf.

Der continuirlich wirkende Strom ist beim Ruhestrom in sofern als Nachtheil anzusehen, als dadurch mehr Batteriematerial verbraucht wird. Da nun aber in jedem galvanischen Elemente der Materialverbrauch nicht allein der elektrischen Wirkung proportional ist, sondern auch ein davon unabhängiger Consum stattfindet, so ist, wenn man nach obigem Beispiele die continuirliche Wirkung von 30 Elementen mit der temporären von 450 Elementen vergleicht, der Vortheil überwiegend auf Seiten der 30 continuirlich wirkenden Elemente, ganz abgesehen davon, daß die Unterhaltung der 450 Elemente eine größere Arbeitskraft rc. erfordert. — Ist nun das angeführte Beispiel den Vortheilen des Ruhestromes auch sehr günstig, so finden doch auf allen Eisenbahnen ähnliche Verhältnisse statt. und sind z. B. auf hannoverschen Eisenbahnen überall zu treffen.

Wird Ruhestrom auf einer Leitung angewendet, welche theilweise aus Untergrund- oder Unterwasserleitungen besteht, und sind letztere mangelhaft isolirt, so kann der Ruhestrom diesen Fehlern gefährlich werden; aber eine richtige Placirung und Anordnung der Leitungsbatterien kann die Gefahr vollständig compensiren.

Daß durch den continuirlich wirkenden Strom die Relais-Elektromagnete einen bleibenden, die Empfindlichkeit der Apparate beeinflussenden Magnetismus annehmen sollen, ist durch Nichts zu begründen, und hat sich auf den ausgedehnten hannoverschen Ruhestromlinien nirgends gezeigt.

Um den vermeintlichen Nachtheilen der Ruhestromeinrichtung, als: Abnutzung der continuirlich wirkenden Batterien, das Magnetischwerden der Relaisanker rc. zu begegnen, ist vom Ingenieur Teirich in Wien vorgeschlagen, auf beiden Endstationen eine Batterie aufzustellen, welche jede eine für die ganze Linie ausreichende Stromstärke liefert. Diese beiden Batterien sind aber mit den gleichen Polen mit der Leitung continuirlich verbunden: es heben sich mithin ihre Stromwirkungen gegenseitig auf — Gegenstrom — und es circulirt in der Leitung kein Strom. Wird aber an irgend einem Punkte die Leitung mit der Erde verbunden, so hört die Gegenwirkung der Batterien auf und die Apparate werden in Thätigkeit gesetzt. Da die Anlegung des Erddrathes durch das Bewegen der Taste auf den verschiedenen Stationen geschieht, und mit der verschiedenen Lage derselben der Wider-

stand in den Stromkreisen jeder der beiden Batterieen sich verändert, und damit Ströme von wechselnder Stärke auf jeden einzelnen Apparat einwirken würden, so ist zur Umgehung dieses Uebelstandes erforderlich, beim Niederdrücken des Schlüssels zugleich passende Widerstände einzuschalten, um diese Stromschwankungen auszugleichen.

Eine genauere Beschreibung dieser Einrichtung befindet sich unter anderen auch in den „Mittheilungen über die zur Londoner Ausstellung im Jahre 1862 von der k. k. österr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft beförderten Gegenstände. Wien 1862. S. C. Zamarski, A. und C. Dittmarsch" und muß ich darauf verweisen.

Es wird darin hervorgehoben, daß der Arbeitsstrom aus den bereits oben von mir angeführten Gründen sich nur bedingungsweise empfehle.

Vom Ruhestrom wird ferner gesagt Seite 3:

„Dieses System ist wegen der demselben anklebenden Unzukömmlichkeiten wenig angewendet worden. Der constante Strom bewirkt einen raschen Verbrauch der Batterien und der constante Magnetismus der Eisenkerne der Elektromagnete wirkt nachtheilig auf die Empfindlichkeit der Apparate."

Welches die „anklebenden Unzukömmlichkeiten" sind, ist nirgends gesagt; der Mehrverbrauch an Batteriematerial durch den continuirlichen Strom beim Ruhestrom ist nur unter ungünstigen Verhältnissen zutreffend, wie ich oben bereits angeführt habe. — Der „constante Magnetismus" ist eine irrige Annahme.

Hat nun das System mit Gegenstrom unter Umständen unverkennbare Vorzüge, namentlich bei Eisenbahndienstleitungen, gegen das System mit Arbeitsstrom — und diese Vortheile werden in der Abhandelung besonders beleuchtet — so kleben doch dem ersteren System Mängel an, die das Ruhestromsystem nicht hat.

Es sei mir erlaubt, darauf näher einzugehen.

1) Die Apparate auf den Zwischenstationen sind complicirter; es ist ein Schlüssel mit Doppelcontact, zwei Widerstände und ein Stöpselapparat 2c. mehr erforderlich, welcher letzterer auf Einfachheit und damit auf sichere Manipulation wohl keinen Anspruch erhebt.

   Wenn sich die betreffende Stationseinrichtung auch mit einem einfachen Schlüssel und mit einem einfacheren Stöpselapparat viel zweckmäßiger ausführen läßt, so ist doch immerhin der ganze Telegraphenapparat nicht so einfach, wie beim Ruhestromsystem.

2) Beim Telegraphiren zwischen zwei Stationen wechselt in den dazwischenliegenden Stationsapparaten, je nachdem die eine oder die andere Station arbeitet, die Richtung des Stromes; dieselben müssen also bald für positiven und bald für negativen Strom empfänglich sein, und dieß hat bekanntlich bei schwachen Strömungen in der Praxis seine großen Schwierigkeiten.

3) Beim Gegenstrom können auf den Zwischenstationen keine Leitungsbatterien aufgestellt werden, und da die Vertheilung der Leitungsbatterien wesentlich dazu beiträgt, die Einflüsse der Nebenschließungen abzuschwächen, so ist das Ruhestromsystem einer größeren Tragweite fähig.

4) Zwei verschiedene Kreise können nicht direct, sondern nur mittelst der Uebertragung mit einander correspondiren.

5) Bei Unterbrechungen der Linie müssen die Stationen ihre Apparate in Ruhestromapparate umändern, um correspondiren zu können; haben also mit zwei Systemen zu thun.

6) Das Reguliren und Richten der Apparate auf der eigenen Station kann nur unter Beihülfe einer anderen Station geschehen; beim Ruhestromsystem kann jede Station ihre Apparate selbstständig zu reguliren.

7) Bei Unterbrechungen der Linie wird, wenn dabei zugleich nicht zufällig ein Erdschluß



stattfindet, in keiner Weise ein äußeres Zeichen gegeben. Ist z. B. eine Unterbrechung vorhanden und telegraphirt eine Station, so kann dieselbe die Unterbrechung nur durch Beobachten der Galvanoskopnadel bemerken. — Geschieht die Beachtung nicht, so hören zwar die Stationen auf dem nicht unterbrochenen Theile der Linie zwischen der arbeitenden und der Endstation den Anruf, haben aber kein Mittel der unachtsamen Station von der vorhandenen Unterbrechung Kenntniß zu geben. — Eine andere, schon oben erwähnte Anordnung der Apparate kann zwar diesem Uebelstande mehr oder weniger abhelfen, immerhin aber wird eine Unterbrechung der Linie nur dann erkannt werden, wenn man selbst telegraphiren will, und dabei beide Galvanoskope gut beobachtet und dann die entsprechende Einrichtungsänderung vornimmt; dadurch bemerken dann auch die zwischenliegenden Stationen, daß eine Unterbrechung vorliegt.

Beim Ruhestrom zeigt sich sofort auf allen Stationen ein Fehlen des Linienstromes und ein Anzug des Schreibhebels. — Durch Erddrathanlegung, ohne jede weitere Apparatveränderung ist die Verbindung auf dem nicht unterbrochenen Theile der Linie sofort hergestellt.

8) Während zwei Stationen in Correspondenz sind, kann man nicht ohne die beiden correspondirenden Stationen zu stören, eine Correspondenz nach einer Station der anderen Richtung einleiten. Auf derselben Linienabtheilung sind auch nur dann zwei getrennte Correspondenzen ausführbar, wenn die vier Stationen vorher ihre Apparate in Ruhestrom umändern, und die Leitung zwischen zwei und zwei correspondirenden Stationen mit der Erde verbunden wird.

Daß bei Drathberührungen die dadurch hervorgerufene Störung bei Gegenstromleitungen geringer sein soll, entbehrt jeder Begründung.

Von den obigen Nachtheilen ist das Ruhestromsystem durchaus frei, und es hat der Gegenstrom gegenüber dem Ruhestrom nur Nachtheile, keine Vortheile.

Der einzige Vortheil könnte in der geringeren Abnutzung der Leitungsbatterien gesucht werden, allein es ist beim Gegenstromsystem eine doppelt so große Batterie als beim Ruhestromsystem erforderlich, deren Abnutzung durch den schon erwähnten Materialconsum in der Ruhe, und dadurch daß die Batterien beim Gegenstromsystem durch die Nebenschließungen und durch die gegenseitige Ungleichheit ihrer Stromstärken doch stets Strom entwickeln, wohl ausgeglichen wird, und kann dieser geringe eventuelle Vortheil die Nachtheile des Gegenstromsystems nicht aufwiegen. Unter Berücksichtigung der Nebenschließungen hat das Gegenstromsystem keine größere Tragweite wie das Ruhestromsystem, und kann man dies durch eine kurze Rechnung leicht nachweisen, ja es steht diesem nach, weil die Leitungsbatterie nicht auf die Zwischenstationen vertheilt werden kann.

Wir gelangen somit zu dem Schlusse, daß für die Zwecke des Eisenbahndienst-Telegraphen das **Ruhestromsystem** den Vorzug verdient.

Wenn somit das Ruhestromsystem vorzugsweise sich für die Eisenbahndienst-Leitungen als das zweckmäßigste empfiehlt und dasselbe zur größten Zufriedenheit auf allen hannoverschen, braunschweigischen Linien u. s. w. arbeitet, so drängt sich dabei unwillkürlich die Frage auf, warum die Anwendung des Ruhestromsystems trotz der nachgerühmten Vortheile anderseitig verhältnißmäßig wenig Anwendung findet, ja warum sogar das System als unbrauchbar stellenweise wieder verworfen ist.

Die Beantwortung dieser Frage fällt nicht schwer.

Die Herstellung einer Telegraphenlinie ist in der Jetztzeit eine verhältnißmäßig leichte Aufgabe und wird vielfältig von Personen ausgeführt, die der Telegraphie nur ein leichtes Studium gewidmet haben.

Die Aufgabe, eine einfache und sichere Telegraphie herzustellen, wird dagegen von Wenigen gelöst.

Wer Gelegenheit hat die Telegrapheneinrichtungen, besonders auf den Eisenbahnen, zu betrachten, findet da oft Dinge, die die Unsicherheit der Telegraphie leicht erklären lassen.

Die nach allen Richtungen sich neigenden Stangen gleichen eher Bohnenstangen als Telegraphenstangen, und ihre Stellung ist so wenig gesichert, daß jeder Sturm ihnen das Kennzeichen der Unhaltbarkeit aufdrückt.

Der Isolator macht auf seinen Zweck nur bescheiden Anspruch, sein einziger Werth ist — Billigkeit; oft sieht man ihn in einer Lage befestigt, die seiner Form als Isolator geradezu Hohn spricht. Der Leitungsdrath ist möglichst dünn — billig — an den oft unzweckmäßigen Verbindungsstellen entweder garnicht oder nur mangelhaft verlöthet und geschützt. Gerissene Stellen werden nothdürftig zusammengehängt und so bietet die Leitung einen bedeutenden Widerstand dar. Die Einführungen der Leitungen in die Gebäude sind meistens höchst provisorischer Natur; ein Guttaperchadrath zweifelhaften Fabrikats ist längs der Mauer befestigt und geht durch ein Loch im Fensterrahmen ins Zimmer. Durch die Einflüsse der Witterung ꝛc. ist die Guttapercha bald verdorben oder beschädigt und Nebenschließungen bleiben nicht aus, bis gelegentlich der Schaden wahrgenommen und der Fehler beseitigt wird, d. h. man bringt einen neuen Guttaperchadrath an Stelle des alten an, der dann bald wieder denselben Fehler zeigt u. s. w.

Am schlimmsten steht es gewöhnlich mit den Erdleitungen aus; ein dünner Drath wird oft eine lange Strecke fortgeführt — manchmal säuberlich isolirt — und geht an einer gelegenen Stelle in die Erde oder in einen Brunnen und ist dort mit einer Erdplatte von bescheidener Größe verbunden. Der dünne Drath, welcher zuerst die feuchte Erde berührt, ist auch den oxydirenden Einwirkungen des elektrischen Stromes und der Erdfeuchtigkeit zunächst ausgesetzt, und es wird, abgesehen von mechanischen Störungen, die Verbindung mit der Erdplatte geschwächt und bald gestört sein, dadurch entsteht in der Erdleitung ein bedeutender Widerstand. Wird derselbe Erddrath nun gemeinschaftlich von mehreren Linien benutzt, so können gegenseitige Störungen nicht ausbleiben.

Betreten wir die Telegraphenstationen und die Batterieräume, so sind oft unordentlich herumhängende, theilweise schadhafte Dräthe zu bemerken, die hin und wieder kreuz und quer durcheinander an den Wänden befestigt sind. Gerissene Stellen sind nothdürftig zusammengedreht.

Die Verbindung der Dräthe mit Batterien und Apparaten ist und wird oft schlotterig und anlangend die letzteren, so sind sie aufgestellt, wie sie eben dieser oder jener Mechaniker liefert, oft ausgesucht unbequem. Ob die Umwickelungen der Elektromagnete für die Verhältnisse der Linie passen, ist selten oder gar nicht in Erwägung gezogen; viele Windungen mit feinem Drath werden besonders gern angewendet.

Diesen und ähnlichen Vorwürfen wird oft entgegengestellt, daß solche Kleinigkeiten nur unbedeutenden Einfluß haben könnten. Jede Kleinigkeit einzeln betrachtet, mag wenig Einfluß haben, aber in ihrer Gesammtwirkung addiren sie sich zu einem ganz beträchtlichen Einfluß, und man darf von solchen Einrichtungen der Telegraphenlinien sich keine Sicherheit versprechen.

Es bleibt nun noch die Frage zu erörtern, warum die oben erwähnten Mangelhaftigkeiten dem Ruhestrom- (auch Gegenstrom-)system hinderlicher sind, als dem Arbeitsstromsystem.

Dahin gehört zuerst die Antwort, daß eine Menge Fehler beim Arbeitsstrom nicht so zur Beobachtung gelangen wie beim Ruhestrom; ferner kann man beim Arbeitsstrom durch Verstärken der Leitungsbatterien eine stärkere Einwirkung auf die Apparate der übrigen Stationen erzwingen, muß dabei von der erforderlichen gleichmäßigen Einwirkung aller Apparate aber mehr und mehr abstehen.

Sind in der Linie bedeutende Widerstände und Nebenschließungen vorhanden — vergleiche die erwähnten Fehlerquellen — so gleicht die Linie einer solchen von bedeutender Ausdehnung und dabei verdient das Arbeitsstromsystem den unbestreitbaren Vorzug.

Doch Alles dieses kann die Vorzüge des Ruhestromsystems nicht abschwächen und nur die



erwähnten verschiedenen Mangelhaftigkeiten sind die einzige Ursache, wenn die Einrichtung mit Ruhestrom ihren Zweck nicht erfüllt und nur in der Verkennung und Nichtbeachtung der Umstände darf man den Widerstand gegen die Einführung des Ruhestromsystems suchen.

Für die Herstellung einer zweckmäßigen und sicheren Eisenbahndienst-Leitung dürften die nachstehenden Grundsätze sich empfehlen:

1) Die Stangen sind stark, nicht unter 6 Zoll Zopf, zu wählen, in den Curven sind die Stangen mit hoch hinanreichenden Verstrebungen zu versehen; besser empfiehlt sich noch für alle Stützpunkte Doppelstangen in Form eines großen lateinischen A bockartig gegeneinander gesetzt.

2) Die Isolatoren sind nach ihrem Werth als richtig construirter Isolator, nicht nach der Billigkeit anzuwenden.

3) Der Leitungsdrath soll stark sein, circa 25 Centner per Meile, die Verbindungen müssen haltbar construirt und gut verlöthet sein; geschweißte Verbindungen sind in der Regel nicht zu empfehlen.

4) Die Einführung der Leitungen in die Gebäude muß sicher und so solide sein, daß dieselbe durch Reparaturarbeiten an den Gebäuden nicht leicht beschädigt werden kann. Guttaperchadräthe im Freien sind zu vermeiden.

5) Die Herstellung guter und sicherer Erdleitungen ist eine Hauptbedingung. Große Kupferplatten von 16 bis 25 Quadratfuß sind in möglichst geringer Entfernung in die feuchte Erde einzugraben. An die Kupferplatte ist ein 2 bis 3 Zoll breiter Kupferstreifen mit Schlagloth zu löthen und bis ins Telegraphenbüreau zu führen und daran sind die einzelnen Erdleitungsdräthe zu befestigen. Eine Erdleitung durch Vermittelung der Gasröhren ist nicht immer sicher.

   Müssen die Schienen als Erdleitung benutzt werden, so sind vom Telegraphenbüreau bis zu den Schienen Eisenstangen von wenigstens ½ Zoll Durchmesser zu legen, welche letztere mit mehreren daran geschweißten Seitenstangen an verschiedene Schienenstränge, entweder mit besonderen Schrauben oder mit Hülfe der Laschenschrauben befestigt werden.

   Die verschiedenen Erdleitungen an einer und derselben Telegraphenleitung sind, wenn thunlich, von gleichem Metall zu wählen.

   Die Erdplatten in Brunnen einzulegen ist für das Wasser gesundheitsnachtheilig.

6) Der Widerstand in der Leitung ist so klein, d. h. der Weg für den elektrischen Strom ist so bequem wie möglich zu machen.

   Dicker Leitungsdrath, sichere, wohlverlöthete Drathverbindungen sind erforderlich. Muffen, mit denen die Dräthe durch Umbiegen oder Breitschlagen ohne Löthung verbunden werden, sind verwerflich. Sichere, gut wirkende Erdleitungen sind nicht minder Hauptbedingung. Sogenannte Blitzwiderstände oder Zuleitungen von dünnem Drath erzeugen einen bedeutenden Widerstand und sind daneben unwirksam und störend. Der oft diesen Einrichtungen nachgerühmte Vortheil durch Nachweis der Schmelzung der Blitzdräthe und Verschonen der Apparate durch Blitz ist nur ein täuschender unbegründeter Beweis.

7) Wenn somit der Widerstand in der Leitung möglichst klein zu machen ist, so ist nicht minder der Widerstand in den Apparaten in Rechnung zu ziehen und hiergegen wird vielfach gefehlt. Apparate mit vielen und feinen Windungen und bedeutendem Widerstand werden gewöhnlich als die empfindlichsten gelobt und gern angewendet; sie sind in den meisten Fällen das Gegentheil.

   Ein Beispiel wird dies leicht klar machen und wollen wir dazu wieder die Linie

von Hannover nach Bremen mit ihren 15 Stationen heranziehen und als Apparate solche Beispiele vorführen, wie sie hier in Natura vorhanden sind.

Dieselben Relais hatten bei Anwendung von feinem Drath durchschnittlich 16520 einzelne Umwindungen und 890 Siemens'sche Einheiten-Widerstand.

Bei dickem Drath dagegen durchschnittlich 3290 Umwindungen und 31 S.E.-Widerstand.

Die Galvanoskope mit dünnem oder dickem Drath verhielten sich durchschnittlich wie 44 zu 9 S.E.-Widerstand.

Eine Meile Drathleitung = 60 S.E.-Widerstand, Batterie- und Erdenwiderstand als verschwindend klein, bleiben unberücksichtigt.

Demnach hat die Linie von Hannover nach Bremen mit feindräthigen Apparaten besetzt, folgenden Widerstand:

$16\frac{1}{2}$ Meile Leitung	à 60 S.E.	=	990 S.E.
15 Relais	à 890 S.E.	=	13350 S.E.
15 Galvanoskope	à 44 S.E.	=	660 S.E.
	In Summa		15000 S.E.

Mit dickdräthigen Apparaten besetzt, ist der Widerstand:

$16\frac{1}{2}$ Meile Leitung	à 60 S.E.	=	990 S.E.
15 Relais	à 31 S.E.	=	465 S.E.
15 Galvanoskope	à 9 S.E.	=	135 S.E.
	In Summa		1590 S.E.

Da nun bei längeren Telegraphenlinien sich die Stromstärken nahezu umgekehrt wie die Widerstände verhalten, so ist bei der Besetzung mit dickdräthigen Apparaten die Stromstärke 9,44mal stärker als bei feindräthigen Apparaten.

Das feindräthige Relais hat aber 16520 Umwindungen und setzt man die Stromstärke in jeder Windung = 1, so ist die Gesammtwirkung 16520. Das dickdräthige Relais hat nur 3290 Umwindungen, dagegen ist der Strom in der Umwindung 9,44 mal stärker, mithin die Gesammtwirkung 3290 × 9,44 = 31057, also 1,88mal größer als beim feindräthigen Relais.

Es soll dahingestellt bleiben, ob die im Beispiele angeführten Umwickelungen mit dickem Drath gerade für den vorliegenden Fall die passendsten sind, doch mag es zeigen, wie die Umwickelungen der Apparatelektromagnete durchaus nicht gleichgültig ist.

Daß die dickdräthigen Apparate nebenbei noch den Vorzug haben, durch Blitz weniger leicht beschädigt zu werden, auch wegen ihrer geringeren Umwickelung gegen Stromschwankungen unempfindlicher sind u. dergl. m., mag hier noch erwähnt werden.

Aus Obigen erhellt, daß schon in Anbetracht auf Stromstärke u. s. w. der Widerstand in der Leitung möglichst gering sein muß; ebenso wichtig ist dies in Rücksicht auf den Einfluß der Nebenschließungen und es ist wohl Jedem klar, daß je bequemer der Hauptweg durch den Leitungsdrath ist, desto weniger kommt der Einfluß der unvermeidlichen Nebenwege zur Geltung.

8) Hinsichtlich der Apparate ist eine möglichst einfache und solide Construction zu wählen. Die Apparate müssen gegen Staub und Beschädigung fest verschlossen sein; jede andere Regulirung als die der Ankerabreiß-Federspannung muß nicht in den Händen der Beamten liegen und ihnen weder aufgebürdet noch zugänglich sein.

Offene Apparate sind weder nothwendig noch zu empfehlen, sie veranlassen den Beamten leicht daran zu handthieren und bei einer etwaigen Beschädigung ist es ganz gleichgültig, ob der Beamte in den Apparat sehen kann oder nicht, da er in den mei-

sten Fällen zu wenig Techniker ist um verborgene Fehler zu entdecken, noch viel weniger dieselben beseitigen zu können.

Fehlerhafte Apparate müssen rasch und leicht auszuwechseln sein, ohne Störung auf der Linie hervorzurufen; womöglich muß der Beamte zur Auswechslung der Apparate keine Werkzeuge gebrauchen.

Ausschaltungen 2c. müssen einfach und sicher und so eingerichtet sein, daß sie den Stromlauf nicht unterbrechen. Stöpselausschalter mit mehr als einen Stöpsel sind thunlichst zu umgehen.

Die Drathleitungen müssen sicher und fest angebracht sein und ist ein Handthieren an den Dräthen nicht zu gestatten.

9) Die Eisenbahndienst-Leitung darf weder zum gleichzeitigen Betriebe der Glockenwerke auf der Strecke noch zum Telegraphiren von der Strecke für hülfsbedürftige Züge benutzt werden; Ersteres beschränkt den freien Gebrauch der Eisenbahndienst-Leitung sehr und durch das Letztere wird durch die nicht so eingeübten oder in der Aufregung handelnden Beamten auf der Strecke die Correspondenz gestört und zwar zu einer Zeit, wo durch die Betriebsstörung die freie Benutzung des Eisenbahndienst-Telegraphen am wichtigsten ist. Für den Betrieb der Glockenwerke und elektrischen Hülfssignaleinrichtungen sind besondere Einrichtungen zu treffen.

Es ist nicht der Zweck dieser Betrachtungen, die Einrichtung der Eisenbahndienst-Leitungen ausführlich zu behandeln und zu betrachten, nur die hauptsächlichsten Gesichtspunkte sind angedeutet.

Der Telegraph für den Eisenbahndienst, dessen Wichtigkeit für den Betrieb unberechenbar, von dessen Zuverlässigkeit vielfach die Sicherheit der Züge und der darauf verweilenden Personen abhängt, sollte vor allen Dingen stets so gut und so sicher hergestellt werden, wie solches der Stand und der Fortschritt der Wissenschaft und der Technik gestattet, und wohl nirgends ist das Billigkeits- und Sparsystem mehr am unrechten Orte als in der Eisenbahndienst-Telegraphie.

Ueber

des Depeschen-Verkehres der ehemals Hannoverschen und nunmehr

Stationen.	Innerer Verkehr.					
	Abgesandte	Angekommene	Zusammen Depeschen.	Betrag der für nebenstehende Depeschen zur Erhebung gekommenen Gebühren.		
	Staats- und Privat-Depeschen.			rthlr.	gr.	pf.
Achim	197	217	414	58	10	—
Alfeld	491	522	1013	150	12	—
Algermissen	118	105	223	33	22	—
Aurich	764	725	1489	253	22	—
Banteln	118	150	268	42	21	—
Basbeck	128	103	231	41	1	—
Bevensen	220	243	463	67	8	—
Bienenbüttel	49	23	72	16	6	—
Bramsche	225	247	472	69	26	—
Bremen	18223	22106	40329	5814	13	3
Bremervörde	311	309	620	95	2	—
Brunshausen	686	449	1135	205	—	—
Bückeburg	607	656	1263	168	25	—
Bünde	365	319	684	108	4	—
Bungdorf	276	329	605	87	15	—
Burglesum	237	326	563	73	29	—
Burtehude	747	636	1383	218	17	—
Carolinensiel	464	508	972	143	14	—
Cassel	3822	3774	7596	1446	25	5
Celle	1842	2262	4104	538	4	—
Clausthal	400	464	864	122	29	5
Clenze	110	96	206	34	16	—
Curhafen	459	363	822	139	3	5
Dannenberg	411	439	850	125	15	—
Diepholz	23	19	42	8	12	—
Dorum	295	333	628	92	—	—
Dransfeld	106	147	253	34	24	—
Drochtersen	30	42	72	9	18	—
Duderstadt	201	194	395	61	19	—
Einbeck	448	409	857	126	13	—
Eystrupp	235	244	479	74	17	—
Elze	417	505	922	124	11	—
Emden	2853	3107	5960	857	18	—
Eschede	136	127	263	43	14	—
Esens	367	396	763	112	12	—
Freden	93	129	222	27	1	5
Latus	36474	41023	77497	11627	20	3

sicht

Königlich Preußischen Telegraphenstationen vom Jahre 1865.

Internationaler Verkehr.							Ueberhaupt.			
Abgesandte	Angekommene	Durchgangs-Depeschen.	Zusammen Depeschen.	Betrag der für nebenstehende Depeschen zur Erhebung gekommenen Gebühren.			Depeschen.	Beförderungsgebühren.		
Staats- und Privat-Depeschen.				rthlr.	gr.	pf.		rthlr.	gr.	pf.
5	8	—	13	4	16	—	427	62	26	—
41	41	—	82	30	8	5	1095	180	20	5
1	1	—	2	—	16	—	225	34	8	—
96	117	—	213	80	4	—	1702	333	26	—
17	15	—	32	9	14	—	300	52	5	—
5	4	—	9	3	18	—	240	44	19	—
16	20	—	36	5	24	—	499	73	2	—
2	3	—	5	1	10	—	77	17	16	—
110	77	—	187	106	2	—	659	175	28	—
26745	30119	—	56864	38757	3	4	97193	44571	16	7
13	12	—	25	9	22	—	645	104	24	—
10	2	—	12	23	2	—	1147	228	2	—
349	392	—	741	164	15	5	2004	333	10	5
114	96	—	210	57	8	—	894	165	12	—
10	19	—	29	5	2	—	634	92	17	—
35	44	—	79	38	8	—	642	112	7	—
71	67	—	138	68	1	—	1521	286	18	—
218	257	—	475	298	10	—	1447	441	24	—
419	326	—	1859	922	10	5	9455	2369	6	—
343	392	1114	735	262	6	—	4839	800	10	—
67	70	—	137	42	20	—	1001	165	19	5
8	5	—	13	4	24	—	219	39	10	—
311	59	—	370	356	5	—	1192	495	8	5
120	129	—	249	68	22	5	1099	194	7	5
2	3	—	5	1	18	—	47	10	—	—
28	74	—	102	17	14	—	730	109	14	—
11	7	—	18	5	18	—	271	40	12	—
—	—	—	—	—	12	—	72	10	—	—
63	59	—	122	42	—	—	517	103	19	—
100	73	—	173	56	28	—	1030	183	11	—
22	33	—	55	14	29	—	534	89	16	—
61	33	—	94	19	6	—	1016	143	17	—
2028	2214	—	4242	1937	6	—	10202	2794	24	—
1	1	—	2	—	16	—	265	44	—	—
37	30	—	67	29	2	—	830	141	14	—
25	24	—	49	16	4	—	271	43	5	5
31504	34826	1114	67444	43461	5	4	144941	55088	25	7

Stationen.	Innerer Verkehr.					
	Abgesandte Staats- und Privat-Depeschen.	Angekommene Staats- und Privat-Depeschen.	Zusammen Depeschen.	Betrag der für nebenstehende Depeschen zur Erhebung gekommenen Gebühren. rthlr.	gr.	pf.
Transport	36474	41023	77497	11627	20	3
Freiburg	101	74	175	32	4	—
Geestemünde	4119	3471	7590	1338	13	5
Gifhorn	113	88	201	37	1	—
Göttingen	1878	2080	3958	531	3	—
Goslar	1137	1214	2351	384	29	—
Hagen	11	6	17	3	2	—
Hamburg	26784	23748	50532	9069	16	—
Hameln	1221	1142	2363	361	29	—
Hannover	17082	18422	35504	5425	11	—
Harburg	5344	5331	10675	1525	12	—
Haste	148	190	338	44	23	—
Herrenhausen	284	212	496	189	2	8
Hildesheim	2449	2903	5352	739	16	—
Hitzacker	228	170	398	75	8	—
Hörstel	27	28	55	10	20	—
Hohnstorf	224	94	318	61	2	—
Ibbenbühren	170	248	418	45	22	—
Ihrhove	17	15	32	4	28	—
Kirchhorsten	73	185	258	16	—	—
Kreiensen	157	135	292	49	17	—
Langwedel	6	5	11	—	16	—
Lathen	55	48	103	16	12	—
Leer	1808	1870	3678	549	17	—
Lehrte	597	252	849	166	18	—
Leschede	4	11	15	1	10	—
Lindhorst	34	22	56	9	2	—
Lingen	703	705	1408	198	1	—
Löhne	119	50	169	40	14	—
Lorstedt	2	4	6	—	16	—
Lüchow	484	461	945	158	27	—
Lüneburg	2169	2754	4923	617	15	5
Marienburg	738	375	1113	379	29	—
Melle	316	338	654	111	18	—
Meppen	368	334	702	124	7	4
Minden	1281	1085	2366	366	26	—
Misburg	9	12	21	2	20	—
Münden	872	848	1720	252	28	—
Neuhaus	289	352	641	89	10	—
Neustadt	361	358	719	107	19	5
Nienburg	854	812	1666	240	9	—
Nörten	190	208	398	52	8	—
Norden	1004	1147	2151	290	13	—
Norderney	1316	1078	2394	502	22	—
Nordhorn	88	88	176	25	22	—
Nordstemmen	403	367	770	116	4	—
Latus	112111	114363	226474	35995	4	—

Internationaler Verkehr.							Ueberhaupt.			
Abgesandte Staats- und Privat-Depeschen.	Angekommene Staats- und Privat-Depeschen.	Durchgangs-Depeschen.	Zusammen Depeschen.	Betrag der für nebenstehende Depeschen zur Erhebung gekommenen Gebühren. rthlr.	gr.	pf.	Depeschen.	Beförderungsgebühren. rthlr.	gr.	pf.
31504	34826	1114	67444	43461	5	4	144941	55088	25	7
1	—	—	1	—	16	—	176	32	20	—
1353	1134	—	2487	2252	14	3	10077	3590	27	8
9	6	—	15	9	26	—	216	46	27	—
871	880	—	1751	492	21	—	5709	1024	14	—
710	806	—	1516	1200	25	8	3867	1585	4	8
—	—	—	—	—	—	—	17	3	2	—
32446	29253	9372	71071	66674	2	3	121603	75743	18	3
300	396	29568	696	161	2	—	3059	523	1	—
11166	10702	—	51436	7688	10	—	86940	13113	21	—
1658	1936	—	3594	1881	3	6	14269	3406	15	6
49	61	—	110	58	28	—	448	103	21	—
165	139	—	304	350	19	—	800	539	21	8
454	491	—	945	339	5	6	6297	1078	21	6
37	20	—	57	15	7	—	455	90	15	—
15	14	—	29	3	22	—	84	14	12	—
11	6	—	17	17	11	—	335	78	13	—
83	100	—	183	40	29	—	601	86	21	—
—	—	—	—	—	—	—	32	4	28	—
5	6	—	11	4	8	—	269	20	8	—
18	12	—	30	5	18	—	322	55	5	—
—	—	—	—	—	—	—	11	—	16	—
5	7	—	12	4	14	—	115	20	26	—
914	1311	—	2225	772	29	9	5903	1322	16	9
45	20	—	65	28	25	1	914	195	13	1
—	—	—	—	—	—	—	15	1	10	—
—	—	—	—	—	—	—	56	9	2	—
393	397	—	790	165	22	8	2198	363	23	8
21	12	—	33	9	22	—	202	50	6	—
—	—	—	—	—	—	—	6	—	16	—
57	42	—	99	40	10	—	1044	199	7	—
497	545	—	1042	287	1	5	5965	904	17	—
57	37	—	94	140	14	—	1207	520	13	—
73	51	—	124	22	12	—	778	134	—	—
63	61	—	124	43	28	—	826	168	5	4
4	3	—	7	—	16	—	2373	367	12	—
—	—	—	—	—	—	—	21	2	20	—
264	364	—	628	205	2	—	2348	458	—	—
9	8	—	17	16	6	—	658	105	16	—
121	127	—	248	95	7	—	967	202	26	5
117	119	—	236	76	29	—	1902	317	8	—
19	21	—	40	9	14	—	438	61	22	—
304	334	—	638	295	4	—	2789	585	17	—
361	243	—	604	403	4	—	2998	905	26	—
149	203	—	352	76	18	—	528	102	10	—
59	32	—	91	38	21	—	861	154	25	—
84387	84725	40054	209166	127391	4	3	435640	163386	8	3

Stationen.	Innerer Verkehr.					
	Abgesandte	Angekommene	Zusammen Depeschen.	Betrag der für nebenstehende Depeschen zur Erhebung gekommenen Gebühren.		
	Staats- und Privat-Depeschen.			rthlr.	gr.	pf.
Transport .	112111	114363	226474	35995	4	—
Northeim	983	914	1897	285	4	—
Osnabrück	3279	3042	6321	907	23	—
Osterholz	232	221	453	72	1	—
Osterode	485	497	982	148	15	—
Otterndorf	332	422	754	105	29	5
Papenburg	425	537	962	135	25	—
Peine	726	715	1441	217	12	—
Piesberg	43	76	119	10	4	—
Quakenbrück	369	350	719	107	4	—
Rethen	41	37	78	11	14	—
Rheine	588	501	1089	175	16	—
Salzbergen	278	156	434	93	2	—
Salzderhelden	144	99	243	43	11	—
Sarstedt	81	110	191	26	8	—
Sebaldsbrück	115	95	210	33	18	—
Sehnde	32	36	68	8	24	—
Soltau	245	210	455	71	4	—
Stade	1064	1134	2198	309	6	—
Stadthagen	209	261	470	57	26	—
Stubben	122	117	239	45	6	—
Suderburg	72	84	156	21	22	—
Uelzen	949	901	1850	273	12	—
Unterlüß	39	37	76	11	10	—
Uslar	212	186	398	71	9	—
Vegesack	348	434	782	99	8	—
Verden	1050	1165	2215	313	29	—
Walsrode	331	294	625	111	13	—
Weener	82	79	161	27	10	—
Winsen	239	248	487	71	14	—
Wittmund	345	365	710	104	25	—
Wunstorf	671	471	1142	192	24	—
Außerdem sind noch hinzuzurechnen die Depeschen und nach Abrechnung herausbezahlt erhaltenen Gebühren aus dem Verkehre						
a) mit Braunschweig	7933	6039	13972	630	1	2
b) mit Oldenburg	275	254	529	178	3	6
Summa	134450	134450	268900	40967	17	3

Internationaler Verkehr.							Ueberhaupt.			
Abgesandte	Angekommene	Durchgangs-Depeschen.	Zusammen Depeschen.	Betrag der für nebenstehende Depeschen zur Erhebung gekommenen Gebühren.			Depeschen.	Beförderungsgebühren.		
Staats- und Privat-Depeschen.				rthlr.	gr.	pf.		rthlr.	gr.	pf.
84387	84725	40054	209166	127391	4	3	435640	163386	8	3
175	227	—	402	92	—	—	2299	377	4	—
1370	1411	—	2781	843	27	5	9102	1751	20	5
9	6	—	15	12	12	—	468	84	13	—
128	124	—	252	63	22	—	1234	212	7	—
26	25	—	51	17	10	—	805	123	9	5
215	420	—	635	329	16	—	1597	465	11	—
71	72	—	143	45	27	—	1584	263	9	—
1	—	—	1	—	16	—	120	10	20	—
88	91	—	179	59	28	—	898	167	2	—
—	—	—	—	—	—	—	78	11	14	—
47	3	—	50	28	6	—	1139	203	22	—
148	94	—	242	96	6	—	676	189	8	—
8	2	—	10	4	16	—	253	47	27	—
7	1	—	8	1	2	—	199	27	10	—
8	7	—	15	2	20	—	225	36	8	—
—	—	—	—	—	—	—	68	8	24	—
26	54	—	80	24	24	—	535	95	28	—
80	95	—	175	89	28	—	2373	399	4	—
42	32	—	74	28	22	—	544	86	18	—
9	6	—	15	4	28	—	254	50	4	—
2	1	—	3	1	10	—	159	23	2	—
122	250	—	372	74	14	—	2222	347	26	—
2	3	—	5	1	10	—	81	12	20	—
53	48	—	101	22	4	—	499	93	13	—
14	3	—	17	10	28	—	799	110	6	—
81	100	—	181	51	8	—	2396	365	7	—
19	18	—	37	10	19	—	662	122	2	—
28	31	—	59	22	16	—	220	49	26	—
17	29	—	46	11	22	—	533	83	6	—
91	92	—	183	104	10	—	893	209	5	—
98	64	—	162	70	5	—	1304	262	29	—
—	—	—	—	—	—	—	13972	630	1	2
—	—	—	—	—	—	—	529	178	3	6
87372	88034	40054	215460	129518	10	8	484360	170485	28	1

Von den vorstehenden Gesammteinnahmen von . . . . 170485 Thlr. 28 Sgr. 1 Pf.
sind abzusetzen:

a) für Porto, Botenlohn, Estafetten und auswärtige Telegraphirungsgebühren . . . . 3477 Thlr. 26 Sgr. 3 Pf.

b) an Saldozahlungen nach den Vereinsabrechnungen . . 39620 „ 23 „ 1 „ — 43098 „ 19 „ 4 „

Mithin sind der Telegraphen-Verwaltung verblieben . . . . 127387 Thlr. 8 Sgr. 7 Pf.

Uebersicht der Längen der Preußischen Telegraphen-Linien und Leitungen, welche am 1. Januar 1866 in Benutzung waren.

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
1.	Berlin Centralstation	Berliner Bahnhöfe* .	2,4	2,4	1 bis 62	36,0	36,0
2.	Berlin (Bahnhof)* .	Fürstenwalde Bhf.*	6,2		14	86,8	
3.	Fürstenwalde*, Bahnh.	Fürstenwalde, Station	0,1		2	0,2	
4.	Fürstenwalde*, Bahnh.	Frankfurt a. O. (Ruhnen*) Abg. Ostbahn*	4,5		14	63,0	
5.	Frankfurt a. O. (Ruhnen*)	Frankfurt a. O. Bahnhof*	0,1		13	1,3	
6	Frankfurt a. O. Bahnhof*	Frankfurt a. O. Station	0,2		10	2,0	
7.	Frankfurt a. O. Bahnhof*	Guben Bahnhof* .	6,6		8	52,8	
8.	Guben, Bahnhof* .	Guben Eckf.* . . .	0,1		10	1,0	
9.	Guben Ecksäule* .	Guben Station . .	0,1		3	0,3	
10.	Guben Ecksäule* .	Sommerfeld Bahnhof*	3,6		9	32,4	
11.	Sommerfeld Bahnhof*	Sommerfeld Station	0,1		2	0,2	
12.	Sommerfeld Bahnhof*	Sorau Station . .	3,5		9	31,5	
13.	Sorau Bahnhof* .	Hannsdorf* . . .	1,1		7	7,7	
14.	Hannsdorf* . . .	Kohlfurt*	4,3		7	30,1	
15.	Kohlfurt*	Bunzlau	3,5		6	21,0	
16.	Bunzlau	Liegnitz Station . .	6,1		6	36,6	
17.	Liegnitz Station .	Eckf. d. Schweidn. Bahn*	0,2		8	1,6	
18.	Eckf. d. Schweidnitz. Bahn*	Stephansdorf* . .	4,0		7	28,0	
19.	Stephansdorf* . .	Neuenmarkt . . .	0,4		2	0,8	
20.	Stephansdorf* . .	Breslau Eckf. n. Posen*	4,2		7	29,4	
21.	Stadtleitungen in und	bei Breslau . . .	1,4	50,3	1 bis 23	11,0	437,7
22.	Breslau-Oberschles. Bahnhof* . . .	Abg. nach Strehlen*	3,3		7	23,1	
23.	Abg. nach Strehlen*	Ohlau Bahnhof* .	0,1		6	0,6	
24.	Ohlau Bahnhof* .	Ohlau Station . .	0,2		2	0,4	
25.	Ohlau Bahnhof* .	Brieg Bahnhof* . .	2,1		6	12,6	
26.	Brieg Bahnhof* .	Brieg Station . .	0,1		2	0,2	
27.	Brieg Bahnhof* .	Paulauer Weiche* .	0,3		6	1,8	
28.	Paulauer Weiche* .	Oppeln Station . .	5,1		5	25,5	
29.	Oppeln Bahnh.* .	Kandrzyn*	5,6		5	28,0	
30.	Kandrzyn* . . .	Cosel Station . .	0,7		7	4,9	
31.	Kandrzyn*	Ratibor	4,3		3	12,9	
32.	Ratibor	Studziena* . . .	0,2		4	0,8	
33.	Studziena* . . .	Oderberg Grenze*	3,2	25,2	3	9,6	120,4
34.	Frankfurt a. O. (Ruhnen*)	Cüstrin Bahnhof*	4,1		6	24,6	
35.	Cüstrin Bahnhof* .	Cüstrin Station	0,1		2	0,2	
36.	Cüstrin Bahnhof* .	Landsberg a. W. .	6,2		6	37,2	
		Latus . .	10,4	77,9		62,0	594,1

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
		Transport	10,4	77,9		62,0	594,1
37.	Landsberg a. W. .	Friedeberg Bahnhof*	3,8		6	22,8	
38.	Friedeberg Bahnhof*	Friedeberg Station .	0,8		2	1,6	
39.	Friedeberg Bahnhof*	Kreuz Bahnhof* .	4,0		6	24,0	
40.	Kreuz Bahnhof* .	Kreuz Station . .	0,1		11	1,1	
41.	Kreuz Bahnhof* .	Samter Bahnhof* .	6,8		3	20,4	
42.	Samter Bahnhof* .	Samter Station . .	0,1		2	0,2	
43.	Samter Bahnhof* .	Posen Bahnhof* . .	4,3		3	12,9	
44.	Posen* Bahnhof . .	Posen Berl. Fort.*	0,1		8	0,8	
45.	Posen Berl. Fort.* .	Posen Station . .	0,1		12	1,2	
46.	Posen* Bahnhof . .	Czempin* . .	4,4		5	22,0	
47.	Czempin*	Schrimm	2,6		2	5,2	
48.	Czempin*	Lissa Bahnhof* . .	5,0		5	25,0	
49.	Lissa Bahnhof* . .	Lissa Station . . .	0,1		10	1,0	
50.	Lissa Bahnhof* . .	Rawicz Bahnhof* .	4,4		3	13,2	
51.	Rawicz Bahnhof* .	Rawicz Station . .	0,2		2	0,4	
52.	Rawicz Bahnhof* .	Oswitz (b. Breslau*).	7,6	54,8	3	22,8	236,6
53.	Lissa Bahnhof* . .	Fraustadt Bahnhof*	2,5		2	5,0	
54.	Fraustadt Bahnhof*	Fraustadt Station .	0,3		4	1,2	
55.	Fraustadt Bahnhof*	Glogau Bahnhof* .	3,4		2	6,8	
56.	Glogau Bahnhof* .	Glogau Chausseekreuzung*	0,1		5	0,5	
57.	Glogau Chausseekr.*	Glogau Station . .	0,1		6	0,6	
58.	Glogau Bahnhof* .	Herrndorf* . . .	1,0		3	3,0	
59.	Herrndorf* . . .	Sprottau Bahnhof*	4,9		2	9,8	
60.	Sprottau Bahnhof*	Sprottau Station .	0,1		2	0,2	
61.	Sprottau Bahnhof*	Sagan Bahnhof* .	2,1		2	4,2	
62.	Sagan Bahnhof* .	Sagan Station . .	0,3		2	0,6	
63.	Sagan Bahnhof* .	Hannsdorf* . . .	1,5	16,3	2	3,0	34,9
64.	Liegnitz	Lüben	3,0		1	3,0	
65.	Lüben	Polkwitz	2,0		1	2,0	
66.	Polkwitz	Glogau Chausseekreuzung*	2,7		1	2,7	
67.	Herrndorf* . . .	Beuthen	2,0		1	2,0	
68.	Beuthen	Neusalz	1,7		1	1,7	
69.	Neusalz	Abg. Freystadt* . .	0,1		1	0,1	
70.	Abg. Freystadt* . .	Freystadt	1,6		2	3,2	
71.	Abg. Freystadt* . .	Grünberg Station .	2,9		1	2,9	
72.	Grünberg Station .	Crossen Eckf.* . .	4,2		1	4,2	
73.	Crossen Eckf.* . .	Crossen Station . .	0,1		2	0,2	
74.	Crossen Eckf.* . .	Guben Station . .	4,0	24,3	1	4,0	26,0
75.	Grünberg Eckf. . .	Züllichau	2,7		1	2,7	
76.	Züllichau	Schwiebus	2,7		1	2,7	
77.	Schwiebus . . .	Meseritz	3,2		1	3,2	
78.	Meseritz	Zielenzig	4,6		1	4,6	
		Latus . .	13,2	173,3		13,2	891,6

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	13,2	173,3		13,2	891,6
79.	Zielenzig	Drossen	2,4		1	2,4	
80.	Drossen	Frankfurt a. O. . .	3,7	19,3	1	3,7	19,3
81.	Landsberg a. W. .	Schwerin	4,0		1	4,0	
82.	Schwerin	Ecks. Birnbaum* .	3,8		1	3,8	
83.	Birnbaum Ecks.* .	Birnbaum Station .	0,7	8,5	1	0,7	8,5
84.	Kohlfurt*	Görlitz	3,3		6	19,8	
85.	Stadtleitung . . in	Görlitz	0,6		7 bis 11	5,5	
86.	Görlitz	Seidenberg Station	1,9	5,8	3	5,7	31,0
87.	Görlitz*	Lauban Ecks.* . .	2,9		1	2,9	
88.	Lauban Ecks.* . .	Lauban Station . .	0,1		2	0,2	
89.	Lauban Ecks.* . .	Greiffenberg . . .	2,2		1	2,2	
90.	Greiffenberg . . .	Kreuzschenke* . . .	0,5		2	1,0	
91.	Kreuzschenke* . . .	Friedeberg	0,8		1	0,8	
92.	Kreuzschenke* . . .	Hirschberg	3,7		1	3,7	
93.	Hirschberg	Warmbrunn . . .	1,0		1	1,0	
94.	Hirschberg	Erdmannsdorf Ecks.*	1,0		1	1,0	
95.	Erdmannsdorf Ecks.*	Erdmannsdorf Stat.	0,1		2	0,2	
96.	Erdmannsdorf Ecks.*	Schmiedeberg . . .	1,0		1	1,0	
97.	Schmiedeberg . . .	Landeshut Station .	3,1		1	3,1	
98.	Landeshut Ecks.* .	Waldenburg Ecks.* .	2,7		1	2,7	
99.	Waldenburg Ecks.* .	Waldenburg Station	0,1		2	0,2	
100.	Waldenburg Ecks.* .	Altwasser* . . .	0,2		1	0,2	
101.	Altwasser* . . .	Salzbrunn. . . .	0,5		2	1,0	
102.	Altwasser* . . .	Freiburg Ecks.* . .	1,5		1	1,5	
103.	Freiburg Ecks.* . .	Freiburg Station .	0,2		2	0,4	
104.	Freiburg Ecks.* . .	Königszelt* . . .	1,4		1	1,4	
105.	Königszelt* . . .	Kreuzg. b. Königszelt*	0,1		2	0,2	
106	Kreuzung b. Königszelt*	Breslau*	6,4	29,5	1	6,4	31,1
107.	Liegnitz	Goldberg Station .	2,8		1	2,8	
108.	Goldberg Ecks.* . .	Löwenberg	3,6	6,4	1	3,6	6,4
109.	Liegnitz Abg. b. Schweidnitzer Bahn* . .	Jauer Station . .	2,7		1	2,7	
110.	Jauer Ecks.* . . .	Striegau Ecks.* . .	2,2		1	2,2	
111.	Striegau Ecks.* . .	Striegau Station .	0,2		2	0,4	
112.	Striegau Ecks.* . .	Königszelt* . . .	1,1		1	1,1	
113.	Kreuzg. b. Königszelt*	Schweidnitz Station	1,3		3	3,9	
114.	Schweidnitz Ecks.* .	Reichenbach Ecks.* .	2,5		1	2,5	
115.	Reichenbach Ecks.* .	Reichenbach Station	0,2		4	0,8	
116.	Reichenbach Ecks* .	Gnadenfrei Ecks.* .	1,4		2	2,8	
117.	Gnadenfrei Ecks.* .	Gnadenfrei Station .	0,3		2	0,6	
		Latus . .	11,9	242,8		17,0	987,9

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	11,9	242,8		17,0	987,9
118.	Gnadenfrei Eckſ.* .	Frankenſtein Station	1,3		1	1,3	
119.	Frankenſtein Station .	Frankenſtein Theilp.*	0,1		3	0,3	
120.	Frankenſtein Theilp.*	Münſterberg Station	2,3		1	2,3	
121.	Münſterberg Eckſ.* .	Neiſſe Eckſ.*	3,7		1	3,7	
122.	Neiſſe Eckſ.* . . .	Neiſſe Station . .	0,2		2	0,4	
123.	Neiſſe Abgang* . .	Neuſtadt Eckſ.* . .	3,5		1	3,5	
124.	Neuſtadt Eckſ.* . .	Neuſtadt Station .	0,1		2	0,2	
125.	Neuſtadt Eckſ.* . .	Leobſchütz Eckſ.* .	4,3		1	4,3	
126.	Leobſchütz Eckſ.* . .	Leobſchütz Station .	0,1		2	0,2	
127.	Leobſchütz Eckſ.* .	Studziena (Ratibor*)	4,9	32,4	1	4,9	38,1
128.	Neiſſe	Grottkau Eckſ.* . .	3,6		1	3,6	
129.	Grottkau Eckſ * . .	Grottkau Station .	0,1		2	0,2	
130.	Grottkau Eckſ.* . .	Paulauer Weiche* .	2,5		1	2,5	
131.	Reichenbach Eckſ.* .	Langenbielau . . .	0,5		1	0,5	
132.	Langenbielau . . .	Peterswaldau . . .	0,7		1	0,7	
133.	Peterswaldau . . .	Wüſtewaltersdorf .	2,0		1	2,0	
134.	Wüſtewaltersdorf .	Tannhauſen . . .	1,1		1	1,1	
135.	Tannhauſen . . .	Neurode	3,1		1	3,1	
136.	Neurode	Glatz Abg. Reinerz*	2,9		1	2,9	
137.	Glatz Abg. Reinerz.*	Reinerz	2,7		1	2,7	
138.	Glatz Abg. Reinerz*	Glatz Station . .	0,1		2	0,2	
139.	Glatz Eckſ.*	Glatz Abg. Frankenſtein*	0,1		4	0,4	
140.	Glatz Ab. Frankenſtein*	Frankenſtein Theilp. *	3,1		2	6,2	
141.	Glatz Ab. Frankenſtein*	Eiſersdorf* . . .	1,1		2	2,2	
142.	Eiſersdorf* . . .	Habelſchwerdt . . .	1,2		1	1,2	
143.	Eiſersdorf* . . .	Landeck	2,3		1	2,3	
144.	Strehlen Abg. b. Glau*	Strehlen	3,3		1	3,3	
145.	Strehlen	Nimptſch	2,7		1	2,7	
146.	Nimptſch	Gnadenfrei Eckſ.* .	1,0	34,1	1	1,0	38,8
147.	Abg. n. Myslowitz bei Kandrzin* . . .	Slawentzütz Eckſ.* .	1,1		4	4,4	
148.	Slawentzütz Eckſ.* .	Slawentzütz . . .	0,5		3	1,5	
149.	Slawentzütz . . .	Groß Strehlitz . .	2,3		1	2,3	
150.	Slawentzütz Eckſ.* .	Gleiwitz Eckſ.* . .	3,9		3	11,7	
151.	Gleiwitz Eckſ.* . .	Gleiwitz Station . .	0,2		6	1,2	
152.	Gleiwitz Eckſ.* . .	Zabrze Station . .	1,1		3	3,3	
153.	Zabrze Eckſ.* . .	Morgenroth . . .	1,0		3	3,0	
154.	Morgenroth . . .	Beuthen	0,8		2	1,6	
155.	Morgenroth . . .	Königshütte Eckſ.* .	0,6		3	1,8	
156.	Königshütte Eckſ.* .	Königshütte Station	0,4		2	0,8	
157.	Königshütte Eckſ.* .	Kattowitz	0,8		3	2,4	
158.	Kattowitz	Abg. Oeſterreich* .	1,3		4	5,2	
159.	Abg. Oeſterreich* .	Myslowitz Station .	0,1		5	0,5	
		Latus . .	14,1	309,3		39,7	1064,8

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
		Transport	14,1	309,3		39,7	1064,8
160.	Abg. Oesterreich* .	Oesterreich. Grenze* .	0,3		1	0,3	
161.	Abg. Rußland* . .	Russische Grenze* .	0,1		1	0,1	
162.	Kattowitz . . .	Nicolai	1,9		1	1,9	
163.	Nicolai	Pleß	3,2	19,6	1	3,2	45,2
164.	Rosenthal (Breslau*)	Oels Station . .	3,8		2	7,6	
165.	Oels Eckſ.* . . .	Bernstadt	2,1		1	2,1	
166.	Bernstadt	Namslau Station .	1,9		1	1,9	
167.	Namslau Eckſ.* . .	Constadt	3,3		1	3,3	
168.	Constadt . . .	Creuzburg	1,9		1	1,9	
169.	Oels Eckſ.* . . .	Poln.Wartenberg Stat.	3,7		1	3,7	
170.	Wartenberg Eckſ.* .	Kempen	2,5		1	2,5	
171.	Kempen	Schildberg	2,4		1	2,4	
172.	Schildberg . . .	Ostrowo	3,8		1	3,8	
173.	Ostrowo	Kalisch (russ. Gr.*) .	2,1		1	2,1	
174.	Abg. Kalisch* . .	Abg. Krotoschin* .	0,1		2	0,2	
175.	Abg. Krotoschin* .	Pleschen	4,1		1	4,1	
176.	Pleschen	Jarocin	3,1		1	3,1	
177.	Jarocin	Neustadt a. W. . .	2,0		1	2,0	
178.	Neustadt a. W. . .	Murzinowo* . . .	1,5		1	1,5	
179.	Murzinowo* . . .	Schroda	1,4		2	2,8	
180.	Murzinowo* . . .	Miloslaw Eckſ.* .	1,1		1	1,1	
181.	Miloslaw Eckſ.* .	Miloslaw Station .	0,1		2	0,2	
182.	Miloslaw Eckſ.* .	Wreschen	2,0		1	2,0	
183.	Wreschen	Kostrczyn*	3,3		1	3,3	
184.	Breslau (Rosenthal*)	Trebnitz	2,7		1	2,7	
185.	Trebnitz	Militsch	4,2		1	4,2	
186.	Militsch	Krotoschin	3,2		1	3,2	
187.	Krotoschin	Ostrowo Abg.Krotosch.*	3,9	60,2	1	3,9	65,6
188.	Kreuz Bahnhof* . .	Bromberg Stat. . .	19,7		7	137,9	
189.	Bromberg Station .	Bromberg Filialstat.	0,2		5	1,0	
190.	Bromberg Bahnhof*	Czerwinsk* . . .	11,7		6	70,2	
191.	Czerwinsk* . . .	Pelplin	2,8		5	14,0	
192.	Pelplin	Stargard	2,0		2	4,0	
193.	Pelplin	Dirschau Eckſ.* . .	2,7		5	13,5	
194.	Dirschau Eckſ* . .	Dirschau Station .	0,1		16	1,6	
195.	Dirschau Eckſ.* . .	Danzig Bahnhof* .	4,2		5	21,0	
196.	Danzig Bahnhof* .	Danzig Station . .	0,2	43,6	6	1,2	264,4
197.	Dirschau Bahnhof* .	Marienburg Eckſ.* .	2,4		6	14,4	
198.	Marienburg Eckſ.* .	Marienburg Thor* .	0,2		3	0,6	
199.	Marienburg Thor* .	M. Station u. Bahnh.	0,1		2 bis 9	0,3	
200.	Marienburg Bahnh*	Elbing Eckſ.* . .	3,8		7	26,6	
201.	Elbing Eckſ.* . .	Elbing Station . .	0,2		10	2,0	
		Latus . .	6,7	432,7		43,9	1440,0

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen. einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen. überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. einzeln	Gesammtlänge der Drähte in geograph. Meilen. überhaupt
		Transport	6,7	432,7		43,9	1440,0
202.	Elbing Ecks.*	Elbing Bahnhof*	0,1		9	0,9	
203.	Elbing Bahnhof*	Güldenboden*	1,7		8	13,6	
204.	Güldenboden*	Braunsberg Ecks.*	5,7		7	38,5	
205.	Braunsberg Ecks.*	Braunsberg Station	0,2		2	0,4	
206.	Braunsberg Ecks.*	Königsberg Kreuzp.*	8,4		7	58,8	
207.	Stadtleitung zur Stat.	Königsberg	0,1		2 bis 18	1,1	
208.	Königsberg*	Schönflies*	0,6		9	5,4	
209.	Schönflies*	Abg. Allenburg*	6,4		7	44,8	
210.	Abg. Allenburg*	Ecks. Wehlau*	0,1		8	0,8	
211.	Wehlau Ecks.*	Wehlau Station	0,1		2	0,2	
212.	Wehlau Ecks.*	Insterburg Ecks.*	5,2		6	31,2	
213.	Insterburg Ecks.*	Insterburg Station	0,1		2	0,2	
214.	Insterburg Ecks.*	Abg. Darkehmen*	0,8		8	6,4	
215.	Abg. Darkehmen*	Gumbinnen Ecks.*	2,6		7	18,2	
216.	Gumbinnen Ecks.*	Gumbinnen Station	0,1		9	0,9	
217.	Gumbinnen Ecks.*	Stallupönen Ecks.*	3,4		5	17,0	
218.	Stallupönen Ecks.*	Stallupönen Station	0,1		2	0,2	
219.	Stallupönen Ecks.*	Eydtkuhnen Station	1,5		5	7,5	
220.	Eydtkuhnen Ecks.*	Russische Grenze*	0,1		5	0,5	
				44,0			290,5
221.	Gumbinnen Station	Ragnit	7,7		2	15,4	
222.	Ragnit	Tilsit Station	1,2		2	2,4	
223.	Tilsit Ecks.*	Heydekrug	6,3		2	12,6	
224.	Heydekrug	Pröculs Ecks.*	3,9		2	7,8	
225.	Pröculs Ecks.*	Pröculs Station	0,1		2	0,2	
226.	Pröculs Ecks.*	Memel	3,0		2	6,0	
227.	Memel	Polangen (russ. Grenze*)	3,1		2	6,2	
				25,3			50,6
228.	Abg. Darkehmen*	Darkehmen	3,3		1	3,3	
229.	Darkehmen	Goldap	3,2		1	3,2	
230.	Goldap	Marggrabowa	4,7		1	4,7	
231.	Marggrabowa	Lyck	4,0		1	4,0	
				15,2			15,2
232.	Abg. Allenburg*	Allenburg Station	1,9		1	1,9	
233.	Allenburg Ecks.*	Gerdauen Ecks.*	2,3		1	2,3	
234.	Gerdauen Ecks.*	Gerdauen Station	0,1		2	0,2	
235.	Gerdauen Ecks.*	Nordenburg	2,4		1	2,4	
236.	Nordenburg	Angerburg	2,7		1	2,7	
				9,4			9,5
237.	Königsberg (Schönflies*)	Preuß. Eylau	4,7		2	9,4	
238.	Preuß. Eylau	Bartenstein	2,6		2	5,2	
239.	Bartenstein	Rössel Kreuzung*	3,3		2	6,6	
240.	Rössel Kreuzung*	Rastenburg	2,6		2	5,2	
241.	Rastenburg	Lötzen	4,2		1	4,2	
242.	Lötzen	Johannisburg	7,6		1	7,6	
				25,0			38,2
		Latus		551,6			1844,0

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport		551,6			1844,0
243.	Königsberg* . . .	Cranz	4,5		1	4,5	
244.	Königsberg* . . .	Fischhausen Station .	4,4		1	4,4	
245.	Fischhausen Eckf.* .	Pillau	1,8	10,7	1	1,8	10,7
246.	Güldenboden* . .	Preuß. Holland . .	1,1		1	1,1	
247.	Preuß. Holland . .	Maldeuten* . . .	2,7		1	2,7	
248.	Maldeuten* . . .	Mohrungen . . .	2,0		2	4,0	
249.	Maldeuten* . . .	Liebmühle . . .	2,4		1	2,4	
250.	Liebmühl	Osterode	1,5		1	1,5	
251.	Osterode	Hohenstein . . .	4,2		1	4,2	
252.	Hohenstein . . .	Neidenburg Schnittp.*	3,9	17,8	1	3,9	19,8
253.	Marienburg Thor* .	Stuhm	1,9		3	5,7	
254.	Stuhm	Marienwerder . .	3,2		3	9,6	
255.	Marienwerder . . .	Czerwinsk* . . .	2,7		1	2,7	
256.	Marienwerder* . .	Graudenz	4,7		2	9,4	
257.	Graudenz	Stolnow*	3,7		2	7,4	
258.	Stolnow*	Culm	0,9		2	1,8	
259.	Stolnow*	Culmsee	2,4		2	4,8	
260.	Culmsee*	Thorn (Jacobsthor*)	3,0		2	6,0	
261.	Thorn (Jacobsthor*)	Thorn Station . .	0,1		6	0,6	
262.	Thorn (Brückenthor*)	Thorn (Bahnhof*) .	0,1		8	0,8	
263.	Thorn Bahnhof* .	Podgorcz*	0,1		7	0,7	
264.	Podgorcz* . . .	Bromberg Bahnhof*	6,7	29,5	4	26,8	76,3
265.	Thorn (Jacobsthor*)	Bielawy*	0,7		4	2,8	
266.	Bielawy*	Leibitsch (Grenze*) .	0,7	1,4	2	1,4	4,2
267.	Bielawy*	Kowalewo* . . .	3,0		2	6,0	
268.	Kowalewo* . . .	Gollub	1,7		2	3,4	
269.	Kowalewo* . . .	Straßburg i. Pr. .	4,9		2	9,8	
270.	Straßburg in Pr. .	Lautenburg . . .	4,3		2	8,6	
271.	Lautenburg . . .	Soldau	3,4		2	6,8	
272.	Soldau	Neidenburg Schnittp.*	3,0		2	6,0	
273.	Neidenburg Schnittp.*	Neidenburg . . .	0,1		3	0,3	
274.	Neidenburg . . .	Willenberg Eckf.* .	5,7		2	11,4	
275.	Willenberg Eckf.* .	Willenberg Station .	0,1		2	0,2	
276.	Willenberg Eckf.* .	Ortelsburg . . .	2,7		2	5,4	
277.	Ortelsburg . . .	Mensguth	2,4		2	4,8	
278.	Mensguth	Bischofsburg Station	2,5		2	5,0	
279.	Bischofsburg Eckf.* .	Sensburg Station .	3,9		2	7,8	
280.	Sensburg Eckf.* .	Rössel	3,3		2	6,6	
281.	Rössel	Rössel Kreuzung* .	1,5	42,5	2	3,0	85,1
282.	Podgorcz (Thorn*) .	Gniewkowo . . .	2,4		3	7,2	
283.	Gniewkowo . . .	Inowraclaw Station	2,1		3	6,3	
284.	Inowraclaw Eckf.* .	Strzelno	2,6		3	7,8	
		Latus . .	7,1	653,5		21,3	2040,1

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
		Transport	7,1	653,5		21,3	2040,1
285.	Strzelno	Wilatowo* . . .	2,2		3	6,6	
286.	Wilatowo* . . .	Mogilno	0,7		2	1,4	
287.	Wilatowo* . . .	Trzemeszno . . .	1,5		3	4,5	
288.	Trzemeszno . . .	Gnesen	2,1		3	6,3	
289.	Gnesen	Kostrzyn*	4,0		3	12,0	
290.	Kostrzyn*	Posen (Berl. Fort*)	2,8	20,4	4	11,2	63,3
291.	Berlin Bahnhof* .	Neustadt-Ebersw. Bh.*	6,1		8	48,8	
292.	Neustadt-Ebersw. Bh.*	Neustadt-Ebersw. Stat.	0,4		2	0,8	
293.	Neustadt-Ebersw. Bh.*	Angermünde Bahnh.*	3,4		7	23,8	
294.	Angermünde Bahnh.*	Angermünde Station	0,1		2	0,2	
295.	Angermünde . . .	Tantow*	5,5		5	27,5	
296.	Tantow*	Scheune*	2,5		6	15,0	
297.	Scheune*	Stettin Ecks.* . . .	0,6		12	7,2	
298.	Stettin Ecks.* . .	Stettin Station . .	0,1		20	2,0	
299.	Stettin Ecks.* . .	Damm	1,3		8	10,4	
300.	Damm	Stargard Bahnhof*	3,4		7	23,8	
301.	Stargard Bahnhof*	Stargard Station .	0,1		9	0,9	
302.	Stargard Bahnhof*	Arnswalde . . .	4,7		4	18,8	
303.	Arnswalde	Kreuz Bahnhof* .	7,1		4	28,4	
304.	Stargard Bahnhof*	Wangerin Bahnhof*	5,9		3	17,7	
305.	Wangerin Bahnhof*	Belgard*	9,0		2	18,0	
306.	Belgard*	Cöslin Bahnhof* .	3,2		3	9,6	
307.	Cöslin Bahnhof* .	Cöslin Station . .	0,1		3	0,3	
308.	Cöslin Station*. .	Carwitz*	4,2		2	8,4	
309.	Carwitz*	Rügenwalde . . .	2,1		2	4,2	
310.	Carwitz*	Schlawe Ecks.* . .	1,3		2	2,6	
311.	Schlawe Ecks.* . .	Schlawe Station .	0,1		4	0,4	
312.	Schlawe Ecks.* . .	Stolp Ecks.* . . .	3,6		2	7,2	
313.	Stolp Ecks.* . . .	Stolp Station . .	0,1		5	0,5	
314.	Stolp Ecks.* . . .	Stolpmünde . . .	2,5		1	2,5	
315.	Stolp Ecks.* . . .	Lauenburg Station .	6,9		2	13,8	
316.	Lauenburg Ecks.*. .	Neustadt i. Westpr. .	4,8		2	9,6	
317.	Neustadt i. Westpr. .	Zoppot	4,1		2	8,2	
318.	Zoppot	Neufahrwasser Abg.*	1,4		2	2,8	
319.	Neufahrwasser Abg.*	Neufahrwasser . .	0,8		1	0,8	
320.	Neufahrwasser Abg.*	Danzig	0,3	85,7	3	0,9	315,1
321.	Wangerin Bahnhof*	Wangerin Station .	0,4		1	0,4	
322.	Wangerin	Dramburg	2,7		1	2,7	
323.	Dramburg . . .	Falkenburg . . .	2,0		1	2,0	
324.	Falkenburg . . .	Tempelburg . . .	2,1		1	2,1	
325.	Tempelburg . . .	Bärwalde Ecks. . .	3,3		1	3,3	
326.	Bärwalde Ecks.*. .	Bärwalde Station .	0,1		2	0,2	
327.	Bärwalde Ecks.*. .	Neustettin	3,1		1	3,1	
		Latus . .	13,7	759,6		13,8	2418,5

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	13,7	759,6		13,8	2418,5
328.	Neustettin	Flederborn* . . .	4,1		1	4,1	
329.	Flederborn* . . .	Jastrow	1,0		2	2,0	
330.	Jastrow	Deutsch-Crone . .	4,1		1	4,1	
331.	Flederborn* . . .	Schlochau	5,5		1	5,5	
332.	Schlochau	Conitz	1,8		1	1,8	
333.	Neustettin	Baldenburg . . .	3,3		1	3,3	
334.	Baldenburg . . .	Rummelsburg . .	2,4		1	2,4	
335.	Rummelsburg . .	Bütow	5,8		1	5,8	
336.	Damm	Gollnow	3,2		1	3,2	
337.	Gollnow	Naugard	3,3		1	3,3	
338.	Naugard	Plathe	2,5		1	2,5	
339.	Plathe	Greifenberg . . .	1,8		1	1,8	
340.	Greifenberg . . .	Schwirsen	2,4	54,9	1	2,4	56,0
341.	Tantow*	Greifenhagen Eckſ.*	1,3		1	1,3	
342.	Greifenhagen Eckſ.* .	Greifenhagen Station	0,1		2	0,2	
343.	Greifenhagen Eckſ.* .	Bahn	2,9		1	2,9	
344.	Bahn	Pyritz	2,5		2	5,0	
345.	Bahn	Schönfließ Station .	2,2		1	2,2	
346.	Schönflies Eckſ.* .	Königsberg i. NMk. .	1,7		2	3,4	
347.	Schönflies* . . .	Soldin	2,9	13,6	1	2,9	17,9
348.	Angermünde . . .	Schwedt	2,8		1	2,8	
349.	Neustadt-Ebersw. .	Freienwalde . . .	2,2		1	2,2	
350.	Freienwalde . . .	Wriezen	1,6	6,6	1	1,6	6,6
351.	Scheune (Stettin*) .	Pasewalk Eckſ.* . .	5,0		6	30,0	
352.	Pasewalk Eckſ.* . .	Pasewalk Station .	0,1		12	1,2	
353.	Pasewalk Eckſ.* . .	Borkenfriede* . . .	3,4		5	17,0	
354.	Borkenfriede* . . .	Uekermünde . . .	2,1		2	4,2	
355.	Borkenfriede* . . .	Anclam Eckſ.* . .	2,6		5	13,0	
356.	Anclam Eckſ.* . .	Anclam Station . .	0,1		6	0,6	
357.	Anclam Eckſ.* . .	Züssow*	2,0		5	10,0	
358.	Züssow*	Greifswald Eckſ.* .	2,6		4	10,4	
359.	Greifswald Eckſ.* .	Greifswald Station .	0,2		2	0,4	
360.	Greifswald Eckſ.* .	Stralsund	4,1		4	16,4	
361.	Stadtleitung . . in	Stralsund	0,8		2 bis 11	4,8	
362.	Stralsund Theilp.* .	Grahler Fähre* . .	0,2		3	0,6	
363.	Stralsund Theilp.* .	Grahler Fähre* . .	1,3		1	1,3	
364.	Grahler Fähre* . .	Samtens*	1,9		4	7,6	
365.	Samtens*	Bergen Eckſ.* . . .	1,5		3	4,5	
366.	Bergen Eckſ.* . .	Bergen Station . .	0,1		2	0,2	
367.	Bergen Eckſ.* . .	Sagard Eckſ.* . .	3,1		3	9,3	
368.	Sagard Eckſ.* . .	Sagard Station . .	0,1		2	0,2	
369.	Sagard Eckſ.* . .	Altenkirchen . . .	3,0		3	9,0	
		Latus . .	34,2	834,7		140,7	2499,0

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	34,2	834,7		140,7	2499,0
370.	Altenkirchen . . .	Puttgarten* . . .	1,0		4	4,0	
371.	Puttgarten* . . .	Arcona	0,2		3	0,6	
372.	Puttgarten* . . .	Ostsee (Schweden*).	0,2		3	0,6	
373.	Altenkirchen* . . .	Wittower Posthaus .	2,4	38,0	1	2,4	148,3
374.	Samtens*	Putbus	2,1		1	2,1	
375.	Putbus	Thiessow	4,1	6,2	1	4,1	6,2
376.	Stralsund* . . .	Barth	4,2		1	4,2	
377.	Barth	Prerow	3,4		1	3,4	
378.	Stralsund* . . .	Franzburg Eckf.* .	2,7		1	2,7	
379.	Franzburg Eckf.* .	Franzburg Station .	0,1		2	0,2	
380.	Franzburg Eckf.* .	Triebsees	1,9		1	1,9	
381.	Triebsees	Grimmen	2,7		1	2,7	
382.	Grimmen	Loitz	2,6		1	2,6	
383.	Loitz	Demmin	1,4	19,0	1	1,4	19,1
384.	Züssow*	Wolgast	2,5		5	12,5	
385.	Wolgast	Heringsdorf . . .	4,6		2	9,2	
386.	Heringsdorf . . .	Swinemünde . . .	1,1		2	2,2	
387.	Swinemünde . . .	Misdroy Eckf.* . .	1,9		2	3,8	
388.	Misdroy Eckf.* . .	Misdroy Station .	0,3		2	0,6	
389.	Misdroy Eckf.* . .	Liebeseele	0,3		2	0,6	
390.	Liebeseele	Wollin	1,6		2	3,2	
391.	Wollin	Cammin Eckf.* . .	3,4		2	6,8	
392.	Cammin Eckf.* . .	Cammin Station .	0,1		2	0,2	
393.	Cammin Eckf.* . .	Schwirsen* . . .	1,9		2	3,8	
394.	Schwirsen* . . .	Treptow	3,1		1	3,1	
395.	Treptow	Colberg	4,1		1	4,1	
396.	Colberg	Belgard*	4,6	29,5	1	4,6	54,7
397.	Angermünde . . .	Prenzlau Bahnhof* .	5,0		2	10,0	
398.	Prenzlau Bahnhof* .	Prenzlau Station .	0,1		4	0,4	
399.	Prenzlau Bahnhof* .	Pasewalk Bahnhof* .	3,2		4	12,8	
400.	Pasewalk Bahnhof* .	Straßburg . . .	2,4		1	2,4	
401.	Straßburg . . .	Mecklenburg Grenze .	0,6	11,3	1	0,6	26,2
402.	Berlin Bahnhof*	Charlottenburg*, Brücke	0,7		7	4,9	
403.	Charlottenburg*, Brücke	Charlottenburg . .	0,4		1	0,4	
404.	Charlottenburg*, Brücke	Spandau Eckf.* . .	0,9		6	5,4	
405.	Spandau Eckf.* . .	Spandau Station .	0,1		2	0,2	
406.	Spandau Eckf.* . .	Nauen Eckf.* . .	3,1		6	18,6	
407.	Nauen Eckf.* . .	Nauen Station . .	0,1		2	0,2	
408.	Nauen Eckf.* . .	Neustadt a. Dosse* .	5,4		6	32,4	
409.	Neustadt a. Dosse* .	Zernitz*	1,1		8	8,8	
410.	Zernitz*	Kyritz	1,0		2	2,0	
		Latus . .	12,8	938,7		72,9	2753,5

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	12,8	938,7		72,9	2753,5
411.	Zernitz*	Glöven*	2,5		8	20,0	
412.	Glöven*	Havelberg . . .	1,2		2	2,4	
413.	Glöven*	Wittenberge . . .	3,4		8	27,2	
414.	Wittenberge . . .	Theilpunkt* . . .	0,2		12	2,4	
415.	Theilpunkt* . . .	Hagenow	8,7		10	87,0	
416.	Hagenow	Büchen*	6,4		10	64,0	
417.	Büchen*	Lauenburg	1,9		2	3,8	
418.	Büchen*	Mölln Eckf.* . . .	2,5		4	10,0	
419.	Mölln Eckf.* . . .	Mölln Station . .	0,1		2	0,2	
420.	Mölln Eckf.* . . .	Ratzeburg Eckf.* .	1,2		4	4,8	
421.	Ratzeburg Eckf.* . .	Ratzeburg Station .	0,4		2	0,8	
422.	Ratzeburg	Lübeck	2,7		4	10,8	
423.	Büchen	Reinbeck*	3,8		10	38,0	
424.	Reinbeck*	Hamburg	2,5		12	30,0	
425.	Stadtleitung . . in	Hamburg . . .	0,3	50,6	13	3,9	378,2
426.	Wittenberge . . .	Perleberg	1,6		2	3,2	
427.	Perleberg	Pritzwalk	3,2		1	3,2	
428.	Pritzwalk	Wittstock	3,1	7,9	1	3,1	9,5
429.	Neustadt a. Dosse* .	Neuruppin . . .	3,7		2	7,4	
430.	Neuruppin . . .	Gransee	4,3		2	8,6	
431.	Gransee	Zehdenick	1,7		2	3,4	
432.	Zehdenick	Templin	2,7		2	5,4	
433.	Templin	Haßleben*	2,5		2	5,0	
434.	Haßleben* . . .	Boitzenburg U. M. .	1,2		2	2,4	
435.	Haßleben*	Prenzlau Station .	2,3	18,4	2	4,6	36,8
436.	Berlin Bahnhof* .	Nowawes* . . .	3,3		9	29,7	
437.	Nowawes* . . .	Potsdam	0,2		9	1,8	
438.	Potsdam	Wildpark*	0,5		9	4,5	
439.	Wildpark* . . .	Brandenburg Eckf.* .	4,2		9	37,8	
440.	Brandenburg Eckf.* .	Brandenburg Stat. .	0,1		2	0,2	
441.	Brandenburg Stat. .	Rathenow	4,4		2	8,8	
442.	Brandenburg Eckf.* .	Burg Eckf.* . . .	7,7		9	69,3	
443.	Burg Eckf.* . . .	Burg Station . .	0,2		2	0,4	
444.	Burg Eckf.* . . .	Magdeburg Elbbr.* .	3,7		9	33,3	
445.	Magdeburg Stadtl. .	zur Station . . .	0,1		13 bis 26	3,2	
446.	Magdeburg* . . .	Magdeburg Neustadt*	0,9		4	3,6	
447.	Neustadt Magdeburg*	Stendal Eckf.* . .	7,4		3	22,2	
448.	Stendal Eckf.* . .	Stendal Station . .	0,2		2	0,4	
449.	Stendal Eckf.* . .	Tangermünde . . .	1,3		2	2,6	
450.	Stendal Eckf.* . .	Seehausen* . . .	4,8		3	14,4	
451.	Seehausen Bahnhof*	Seehausen Station .	0,1		2	0,2	
452.	Seehausen* . . .	Wittenberge . . .	1,7	40,8	4	6,8	239,2
		Latus . .		1056,4			3417,2

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt
		Transport		1056,4			3417,2
453.	Seehausen* . . .	Salzwedel Eckſ.* .	5,5		1	5,5	
454.	Salzwedel Eckſ.* . .	Salzwedel Station .	0,3		2	0,6	
455.	Salzwedel Eckſ* . .	Gardelegen . . .	5,4		1	5,4	
456.	Gardelegen . . .	Neuhaldensleben . .	4,2		1	4,2	
457.	Neuhaldensleben . .	Neuſt. Magdeburg* .	3,3	18,7	1	3,3	19,0
458.	Magdeburg* . . .	Langenweddingen* .	2,0		9	18,0	
459.	Langenweddingen* .	Blumberg* . . .	0,6		8	4,8	
460.	Blumberg* . . .	Wanzleben . . .	0,5		2	1,0	
461.	Blumberg* . . .	Oſchersleben Station	2,4		8	19,2	
462.	Oſchersleben Eckſ.* .	Braunſchweig Eckſ.*	8,7		7	60,9	
463.	Braunſchweig Eckſ.*	Braunſchweig Stat..	0,2		12	2,4	
464.	Braunſchweig Eckſ.*	Hannover Grenze* .	2,4		7	16,8	
465.	Hannover Grenze* .	Hannover* . . .	5,7		6	34,2	
466.	Hannover* . . .	Heſſiſche Grenze* .	3,4		7	23,8	
467.	Heſſiſche Grenze* .	Minden Eckſ.* . .	5,3		8	42,4	
468.	Minden Eckſ.* . .	Minden Station . .	0,2		9	1,8	
469.	Minden Eckſ.* . .	Maſchkamp* . . .	1,6		7	11,2	
470.	Maſchkamp* . . .	Blotho	0,7		2	1,4	
471.	Maſchkamp* . . .	Oeynhauſen . . .	0,4		7	2,8	
472.	Oeynhauſen . . .	Löhne*	0,8		7	5,6	
473.	Löhne*	Herford	1,4		6	8,4	
474.	Herford	Bielefeld Station .	1,9		6	11,4	
475.	Bielefeld Eckſ.* . .	Gütersloh Station .	2,3		6	13,8	
476.	Gütersloh Eckſ.* .	Hamm Schnittpunkt*	6,6		6	39,6	
477.	Hamm Schnittpunkt*	Hamm Station . .	0,1		12	1,2	
478.	Hamm Bahnhof* .	Dortmund Bahnhof*	4,2	51,4	6	25,2	345,9
479.	Dortmund Bahnhof*	Herne*	2,9		6	17,4	
480.	Herne*	Recklinghauſen . .	1,0		2	2,0	
481.	Herne*	Eſſen Bahnhof* . .	2,2		6	13,2	
482.	Eſſen Bahnhof* . .	Oberhauſen* . . .	1,5		6	9,0	
483.	Oberhauſen* . . .	Ruhrort Abg.* . .	0,1		8	0,8	
484.	Ruhrort Abg.* . .	Ruhrort	1,3		2	2,6	
485.	Ruhrort Abg.* . .	Mülheim Abg.* . .	0,8		8	6,4	
486.	Mülheim Abg.* . .	Duisburg Eckſ.* . .	0,1		10	1,0	
487.	Duisburg Eckſ.* .	Duisburg Station .	0,2		11	2,2	
488.	Duisburg Eckſ.* .	Abg. Ratingen* . .	2,7		7	18,9	
489.	Ratingen Abg.* . .	Abg. Elberfeld* . .	0,4		8	3,2	
490.	Elberfeld Abg.* . .	Düſſeldorf Station .	0,1		18	1,8	
491.	Düſſeldorf Bahnhof*	Langenfeld* . . .	2,4		9	21,6	
492.	Langenfeld* . . .	Mülheim Station .	2,2		11	24,2	
493.	Mülheim Eckſ.* . .	Deutz	0,5		11	5,5	
494.	Stadtleitung . . .	Deutz-Cöln . . .	1,5		1 bis 33	21,4	
495.	Cöln	Düren Station . .	5,1		6	30,6	
		Latus . .	25,0	1126,5		181,8	3782,1

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	25,0	1126,5		181,8	3782,1
496.	Düren Eckf.*	Eschweiler Eckf.*	2,3		6	13,8	
497.	Eschweiler Eckf.*	Eschweiler Station	0,3		1	0,3	
498.	Eschweiler Station*	Jülich	1,9		1	1,9	
499.	Eschweiler Eckf.*	Stolberg	1,0		5	5,0	
500.	Stolberg Abg.*	Aachen Station	1,4		7	9,8	
501.	Aachen Eckf.*	Herbesthal*	2,1		6	12,6	
502.	Bocholz Abg.*	Bocholz (Niedrl. Grz.*)	1,1	35,1	1	1,1	226,3
503.	Magdeburg Elbbr.*	Schönebeck Eckf.*	1,9		4	7,6	
504.	Schönebeck Eckf.*	Schönebeck Station	0,1		2	0,2	
505.	Schönebeck Eckf.*	Grizehne*	1,6		4	6,4	
506.	Grizehne*	Calbe	0,4		2	0,8	
507.	Grizehne*	Barby	1,0		2	2,0	
508.	Grizehne*	Cöthen	3,1	8,1	4	12,4	29,4
509.	Langenweddingen*	Egeln	1,8		1	1,8	
510.	Egeln	Aschersleben	3,4		1	3,4	
511.	Aschersleben	Hettstädt	1,8		1	1,8	
512.	Hettstädt	Eisleben	2,0	9,0	1	2,0	9,0
513.	Oschersleben Station	Halberstadt Bahnh.*	2,6		1	2,6	
514.	Halberstadt Bahnh.*	Halberstadt Station	0,3		2	0,6	
515.	Halberstadt Station	Wernigerode	2,9		1	2,9	
516.	Wernigerode	Ilsenburg	1,2		1	1,2	
517.	Halberstadt Bahnh.*	Quedlinburg Bahnh.*	2,5		1	2,5	
518.	Quedlinburg Bhnh.*	Quedlinburg Station	0,2		3	0,6	
519.	Quedlinburg Bhnh.*	Thale	1,4		1	1,4	
520.	Quedlinburg Bhnh.*	Abg. n. Suderode*	0,3		1	0,3	
521.	Abg. n. Suderode*	Suderode	0,8		2	1,6	
522.	Abg. n. Suderode*	Ballenstedt	1,5	13,7	1	1,5	15,2
523.	Bielefeld Station	Lage*	2,9		1	2,9	
524.	Lage*	Lemgo	1,2		2	2,4	
525.	Lage*	Detmold	1,1		1	1,1	
526.	Detmold	Pyrmont	5,7	10,9	1	5,7	12,1
527.	Hamm erst. Schnittp.*	Münster	4,6		2	9,2	
528.	Münster	Rheine Station	5,2		2	10,4	
529.	Rheine Eckf.*	Theilpunkt*	0,1		2	0,2	
530.	Theilpunkt*	Löhne*	12,9		1	12,9	
531.	Theilpunkt*	Abg. Borghorst*	2,5		3	7,5	
532.	Abg. Borghorst*	Borghorst	0,6		2	1,2	
533.	Abg. Borghorst*	Burgsteinfurt Station	0,1		3	0,3	
534.	Burgsteinfurt Eckf.*	Gronau	3,3		3	9,9	
535.	Gronau	Glanerbrück (holl. Gr.*)	0,4	29,7	3	1,2	52,8
		Latus		1233,0			4126,9

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport		1233,0			4126,9
536.	Hamm zwtr. Schnittp.*	Abg. Dortmund* .	3,1		2	6,2	
537.	Abg. Dortmund* . .	Soest Theilp. b. Soest*	0,2		3	0,6	
538.	Soest Theilp.* . .	Soest Bahnhof*. .	0,2		3	0,6	
539.	Soest Bahnh.* . .	Soest Station . .	0,1		3	0,3	
540.	Soest Bahnh.* . .	Arnsberg Schnittp.*	2,9		2	5,8	
541.	Arnsberg Schnittp.*	Arnsberg Station .	0,1		4	0,4	
542.	Arnsberg Eckf.* . .	Neheim . . .	1,5		3	4,5	
543.	Neheim	Menden . . .	2,2		3	6,6	
544.	Menden	Iserlohn . . .	1,6		3	4,8	
545.	Iserlohn	Letmathe* . . .	0,8		3	2,4	
546.	Letmathe*	Herdecke* . . .	2,4		1	2,4	
547.	Herdecke*	Hagen Station . .	0,6		2	1,2	
548.	Hagen Bahnhof* . .	Schwelm Bahnh.* .	1,9		2	3,8	
549.	Schwelm Bahnhof* .	Schwelm Station .	0,1		2	0,2	
550.	Schwelm Bahnhof* .	Barmen Station. .	1,0		2	2,0	
551.	Barmen Bahnhof* .	Elberfeld . . .	0,5		2	1,0	
552.	Elberfeld	Abg. Cronenberg* .	0,1		3	0,3	
553.	Abg. Cronenberg* .	Hochdahl* . . .	1,7		1	1,7	
554.	Hochdahl*	Mettmann . . .	0,8		2	1,6	
555.	Hochdahl*	Düsseldorf (Ab. Elberfeld*)	1,7		1	1,7	
				23,5			48,1
556.	Dortmund Station*.	Nullbahnhof*. . .	0,4		4	1,6	
557.	Bahnh. Null* . .	Soest Abg. Dortmund*	6,9		1	6,9	
558.	Kreuzpunkt* . . .	Witten Station . .	1,7		2	3,4	
559.	Witten Eckf.* . .	Herdecke* . . .	1,6		1	1,6	
				10,6			13,5
560.	Bahnh. Null* . .	Bochum Eckf.* . .	2,3		1	2,3	
561.	Bochum Eckf.* . .	Bochum Station .	0,1		2	0,2	
562.	Bochum Eckf.* . .	Steele Station . .	1,5		1	1,5	
563.	Steele Eckf.* . .	Essen Südbahnhof*.	0,7		1	0,7	
564.	Essen Südbahnh.* .	Mülheim Station .	1,7		2	3,4	
565.	Mülheim Eckf.* . .	Duisburg A. Mülheim*	1,0		1	1,0	
				7,3			9,1
566.	Essen Nordbahnh.* .	Essen Station . .	0,5		4	2,0	
567.	Essen Eckf.* . . .	Essen Südbahnhof*.	0,1		3	0,3	
568.	Essen Südbahnh.* .	Werden	1,1		2	2,2	
569.	Werden	Kettwig Eckf.* . .	0,9		1	0,9	
570.	Kettwig Eckf.* . .	Kettwig Station . .	0,1		2	0,2	
571.	Kettwig Eckf.* . .	Ratingen	1,5		1	1,5	
572.	Ratingen	Düsseldorf (Abg. Ratingen*)	1,1		1	1,1	
				5,3			8,2
573.	Elberfeld (Abg. Ronsdorf*)	Ronsdorf	0,8		1	0,8	
574.	Ronsdorf	Lennep	1,0		1	1,0	
575.	Lennep	Eckf. Remscheid*. .	0,5		1	0,5	
576.	Eckf. Remscheid* . .	Wermelskirchen . .	0,6		1	0,6	
577.	Eckf. Remscheid* . .	Remscheid	0,4		2	0,8	
		Latus . .	3,3	1279,7		3,7	4205,8

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	3,3	1279,7		3,7	4205,8
578.	Remscheid	Solingen Station	1,5		1	1,5	
579.	Solingen Station	Langenfeld*	1,8		2	3,6	
580.	Solingen Kreuzp.*	Abg. Gräfrath*	0,1		3	0,3	
581.	Abg. Gräfrath*	Centralpunkt*	0,3		1	0,3	
582.	Centralpunkt*	Gräfrath	0,3		1	0,3	
583.	Centralpunkt*	Wald	0,3		2	0,6	
584.	Abg. Gräfrath*	Kronenberg	0,8		2	1,6	
585.	Kronenberg	Elberfeld (Ab. Kronenberg*)	0,8		2	1,6	
				9,2			13,5
586.	Oberhausen*	Wesel Bahnh.*	3,6		2	7,2	
587.	Wesel Bahnh.*	Wesel Station	0,1		4	0,4	
588.	Wesel Bahnh.*	Empel*	3,0		2	6,0	
589.	Empel*	Rees	0,6		2	1,2	
590.	Empel*	Bocholt	2,5		1	2,5	
591.	Empel*	Emmerich Bahnh.*	1,6		3	4,8	
592.	Emmerich Bahnh.*	Emmerich Station	0,1		5	0,5	
593.	Emmerich Bahnh.*	Babberich (Holländ. Gr.*)	1,2		2	2,4	
				12,7			25,0
594.	Cöln (Nippes*)	Neuß Station	4,6		3	13,8	
595.	Neuß Ecks.*	Crefeld Schnittp.*	2,1		3	6,3	
596.	Crefeld Schnittp.*	Crefeld Ecks.*	0,1		4	0,4	
597.	Crefeld Ecks.*	Crefeld Station	0,1		6	0,6	
598.	Crefeld Ecks.*	Crefeld Bahnh.-Stat.*	0,1		1	0,1	
599.	Crefeld Abg. Bahnh.*	Viersen Bahnh.*	1,9		3	5,7	
600.	Viersen Bahnh.*	Viersen Station	0,1		2	0,2	
601.	Viersen Station	Gladbach Station	1,2		3	3,6	
602.	Gladbach Ecks.*	Rheydt Ecks.*	0,4		1	0,4	
603.	Rheydt Ecks.*	Rheydt Station	0,1		2	0,2	
604.	Viersen Bahnh.*	Dülken	0,7		3	2,1	
605.	Dülken	Venlo (Holländ. Gr.*)	2,2		2	4,4	
606.	Crefeld Schnittp.*	Moers Station	2,4		1	2,4	
607.	Mörs Ecks.*	Rheinberg	1,5		1	1,5	
608.	Rheinberg	Xanten Station	2,4		1	2,4	
609.	Xanten Ecks.*	Cleve	3,7		1	3,7	
				23,6			47,8
610.	Arnsberg Ecks.*	Meschede Station	2,8		1	2,8	
611.	Meschede Ecks.*	Brilon Station	3,0		6	18,0	
612.	Brilon Ecks.*	Stadtberge Ecks.*	3,6		6	21,6	
613.	Stadtberge Ecks.*	Stadtberge Station	0,1		11	1,1	
614.	Stadtberge Ecks.*	Arolsen Ecks.*	2,5		1	2,5	
615.	Arolsen Ecks.*	Arolsen Station	0,1		2	0,2	
616.	Arolsen Ecks.*	Corbach Station	2,5		1	2,5	
617.	Corbach Ecks.*	Wildungen	4,9		1	4,9	
				19,5			53,6
618.	Soest Theilpunkt*	Lippstadt	2,7		2	5,4	
619.	Lippstadt	Gesecke Ecks.*	1,6		2	3,2	
		Latus	4,3	1344,7		8,6	4345,7

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	4,3	1344,7		8,6	4345,7
620.	Gesecke Eckſ.*	Gesecke Station	0,1		2	0,2	
621.	Gesecke Eckſ.*	Paderborn Station	2,7		2	5,4	
622.	Paderborn Eckſ.*	Bonenburg*	5,7		2	11,4	
623.	Bonnenburg*	Warburg	1,7	14,5	1	1,7	27,3
624.	Deutz Eckſ.*	Höheberg*	0,5		3	1,5	
625.	Höheberg*	Bensberg Station	1,3		1	1,3	
626.	Bensberg Schnittp.*	Berg. Gladbach	0,5		2	1,0	
627.	Bensberg Eckſ.*	Engelskirchen	3,2		1	3,2	
628.	Engelskirchen	Gummersbach	2,5		1	2,5	
629.	Gummersbach	Wipperfürth	2,8		1	2,8	
630.	Wipperfürth	Hückeswagen Station	1,0		1	1,0	
631.	Hückeswagen Eckſ.*	Rade v. Wald Eckſ.*	0,9		1	0,9	
632.	Rade v. Wald Eckſ.*	Rade v. Wald Station	0,3		2	0,6	
633.	Rade v. Wald Eckſ.*	Halver Station	1,3		1	1,3	
634.	Halver Eckſ.*	Lüdenscheidt Station	1,7		1	1,7	
635.	Lüdenscheid Eckſ.*	Altena Schnittp.*	1,6		1	1,6	
636.	Altena Schnittp.*	Altena Station	0,1		2	0,2	
637.	Altena Eckſ.*	Letmathe*	1,4		2	2,8	
638.	Altena Schnittp.*	Grevenbrück*	4,5	23,6	1	4,5	26,9
639.	Cöln	Brühl Eckſ.*	1,6		6	9,6	
640.	Brühl Eckſ.*	Brühl Station	0,1		2	0,2	
641.	Brühl Eckſ.*	Bonn Station	2,5		6	15,0	
642.	Bonn Eckſ.*	Godesberg Station	0,9		6	5,4	
643.	Goldesberg Eckſ.*	Sinzig*	2,3		6	13,8	
644.	Sinzig*	Neuenahr Eckſ.*	1,3		2	2,6	
645.	Neuenahr Eckſ.*	Neuenahr Station	0,1		2	0,2	
646.	Neuenahr Eckſ.*	Ahrweiler	0,4		2	0,8	
647.	Sinzig*	Coblenz	4,6		6	27,6	
648.	Coblenz	Kehrig*	4,2		3	12,6	
649.	Kehrig*	Mayen	0,8		2	1,6	
650.	Kehrig*	Wittlich Station	6,3		3	18,9	
651.	Wittlich Eckſ.*	Trier Bahnh.*	5,2		3	15,6	
652.	Trier Bahnh.*	Trier Station	0,3		8	2,4	
653.	Trier Bahnh.*	Conz*	0,9		6	5,4	
654.	Conz*	Luxemburg	5,3		1	5,3	
655.	Conz*	Beurich (Saarburg*)	2,1		5	10,5	
656.	Saarburg*	Perl (Franz. Gr.*)	3,1	42,0	2	6,2	153,7
657.	Trier Bahnh.*	Bitburg	3,7		1	3,7	
658.	Bitburg	Prüm	7,6		1	7,6	
659.	Prüm	St. Vith	4,5		1	4,5	
660.	St. Vith	Malmedy (Geromont Thp.*)	2,4		1	2,4	
661.	Malmedy (Geromont Thp.*)	Malmedy Station	0,6		2	1,2	
		Latus	18,8	1424,8		19,4	4553,6

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	18,8	1424,8		19,4	4553,6
662.	Malmedy Eckſ.* . .	Stavelot (Belg. Gr.*)	0,5		1	0,5	
663.	Malmedy Theilp.* . .	Montjoie	3,9		1	3,9	
664.	Montjoie	Schleiden	3,2		2	6,4	
665.	Montjoie	Eupen	2,7		1	2,7	
666.	Eupen	Herbesthal*	0,7	29,8	1	0,7	33,6
667.	Beurich (Saarburg*)	Fraulautern* . . .	5,6		2	11,2	
668.	Fraulautern* . . .	Saarlouis . . .	0,3		4	1,2	
669.	Fraulautern* . . .	Saarbrück Theilp.* .	2,9		2	5,8	
670.	Saarbrück Theilp.* .	Saarbrück Eckſ.* .	0,1		5	0,5	
671.	Saarbrück Eckſ.* .	Saarbrück Station .	0,3		9	2,7	
672.	Saarbrück Eckſ.* .	Franzöſiſche Grenze*	0,3		4	1,2	
673.	Saarbrück Theilp.* .	St. Johann* . . .	0,2		3	0,6	
674.	St. Johann* . . .	Kreuznach Eckſ.* .	17,0		2	34,0	
675.	Kreuznach Eckſ.* .	Kreuznach Station .	0,1		8	0,8	
676.	Kreuznach Eckſ.* .	Kreuznach Bahnh.* .	0,3		6	1,8	
677.	Kreuznach Bahnh.* .	Nahebrücke* . . .	1,8		5	9,0	
678.	Nahebrücke* . . .	Bingerbrück Eliſenh.*	0,2		4	0,8	
679.	Bingerbrück Eliſ.* .	Coblenz	8,5	37,6	3	25,5	95,1
680.	Bingerbrück Eliſ.* .	Rüdesheim* . . .	0,4		3	1,2	
681.	Bingerbrück (Naheb.*)	Rüdesheim* . . .	0,3		2	0,6	
682.	Rüdesheim* . . .	Wiesbaden* . . .	4,3		4	17,2	
683.	Wiesbaden* . . .	Grenze Naſſau (Frkf.*)	4,2		5	21,0	
684.	Grenze Naſſau (Frkf.*)	Frankfurt a. M. . .	0,6	9,8	6	3,6	43,6
685.	Deutz Eckſtänder* .	Siegburg Eckſ. (Eiſnb.*)	3,2		3	9,6	
686.	Höheberg b. Deutz* .	Siegburg Station .	3,0		2	6,0	
687.	Siegburg Eckſ.* . .	Beuel*	1,2		2	2,4	
688.	Beuel*	Königswinter . . .	1,2		2	2,4	
689.	Königswinter . . .	Linz Eckſ.* . . .	1,9		2	3,8	
690.	Linz Eckſ.* . . .	Linz Station . . .	0,1		2	0,2	
691.	Linz Eckſ.* . . .	Neuwied	3,1		2	6,2	
692.	Neuwied	Bendorf	1,3		2	2,6	
693.	Bendorf	Vallendar Station .	0,5		2	1,0	
694.	Vallendar Eckſ.* . .	Ehrenbreitſtein Cblz*	0,9		2	1,8	
695.	Coblenz	Naſſauiſche Grenze* .	0,6		5	3,0	
696.	Horchheim* . . .	Oberlahnſtein* . .	0,4		3	1,2	
697.	Oberlahnſtein* . .	Wetzlar Bahnh.* .	13,8	31,2	2	27,6	67,8
698.	Siegburg Eckſ.* . .	Betzdorf*	7,9		3	23,7	
699.	Betzdorf*	Siegen Eckſ.* . .	2,2		6	13,2	
700.	Siegen Eckſ.* . .	Siegen Station . .	0,1		7	0,7	
701.	Siegen Eckſ.* . .	Creuzthal* . . .	1,7		7	11,9	
702.	Creuzthal* . . .	Olpe	2,2		1	2,2	
		Latus . .	14,1	1533,2		51,7	4793,7

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Geſammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	14,1	1533,2		51,7	4793,7
703.	Creuzthal* . . .	Grevenbrück* . . .	3,7		6	22,2	
704.	Grewenbrück* . .	Meſchede Eckſ.* . .	5,3	23,1	5	26,5	100,4
705.	Betzdorf*	Wetzlar Station . .	9,7		3	29,1	
706.	Wetzlar Bahnh.* .	Braunfels	1,5		5	7,5	
707.	Braunfels . . .	Uſingen Eckſ.* . .	3,8		5	19,0	
708.	Uſingen Eckſ.* . .	Uſingen Station . .	0,1		1	0,1	
709.	Uſingen Eckſ.* . .	Homburg Station .	2,1		5	10,5	
710.	Homburg Eckſ.* . .	Oberurſel	0,5		6	3,0	
711.	Oberurſel	Frankfurt a. Main. .	2,0	19,7	5	10,0	79,2
712.	Berlin Bahnh.* . .	Luckenwalde Bahnh.*	6,7		13	87,1	
713.	Luckenwalde Bahnh.*	Luckenwalde Station	0,2		2	0,4	
714.	Luckenwalde Bahnh.*	Jüterbog*	1,9		13	24,7	
715.	Jüterbog*	Wittenberg Bahnh.*	4,2		12	50,4	
716.	Wittenberg Bahnh.*	Wittenberg Station .	0,1		2	0,2	
717.	Wittenberg Eckſ.* .	Deſſau Bahnh.* . .	4,8		4	19,2	
718.	Deſſau Bahnh.* . .	Deſſau Station . .	0,2		8	1,6	
719.	Deſſau Bahnh.* . .	Cöthen	2,7		4	10,8	
720.	Cöthen	Halle Bahnh.* . .	5,0		8	40,0	
721.	Halle	Stadtleitung . . .	0,3		11 bis 37	5,0	
722.	Halle*	Merſeburg Bahnh.*	1,8		8	14,4	
723.	Merſeburg Bahnh.* .	Merſeburg Station .	0,1		2	0,2	
724.	Merſeburg Bahnh.* .	Corbetha*	1,2		8	9,6	
725.	Corbetha*	Weißenfels Bahnh.* .	1,4		9	12,6	
726.	Weißenfels Bahnh.*	Weißenfels Station .	0,1		4	0,4	
727.	Weißenfels Bahnh.*	Naumburg Bahnh.*	1,6		6	9,6	
728.	Naumburg Bahnh.*	Naumburg Station .	0,2		2	0,4	
729.	Naumburg Bahnh.*	Köſen Bahnh.* . .	1,0		6	6,0	
730.	Köſen Bahnh.* . .	Köſen Station . .	0,1		2	0,2	
731.	Köſen Bahnh.* . .	Apolda Bahnh.* .	2,6		6	15,6	
732.	Apolda Bahnh.* . .	Apolda Station . .	0,2		2	0,4	
733.	Apolda Bahnh.* . .	Weimar Bahnh.* .	2,0		6	12,0	
734.	Weimar Bahnh.* .	Weimar Station . .	0,2		5	1,0	
735.	Weimar Bahnh.* .	Erfurt	3,0		6	18,0	
736.	Erfurt	Abg. Dietendorf* .	1,6		6	9,6	
737.	Abg. Dietendorf* .	Kreuzp. Gotha* . .	2,1		7	14,7	
738.	Kreuzp. Gotha* . .	Gotha Bahnh.* . .	0,1		8	0,8	
739.	Gotha Bahnh.* . .	Gotha Station . .	0,1		12	1,2	
740.	Gotha Bahnh.* . .	Eiſenach Bahnh.* .	4,0		6	24,0	
741.	Eiſenach Bahnh.* .	Eiſenach Station .	0,1		6	0,6	
742.	Eiſenach Bahnh.* .	Guntershauſen* . .	11,9		6	71,4	
743.	Guntershauſen* . .	Caſſel	1,9		8	15,2	
744.	Guntershauſen* . .	Marburg	12,5		6	75,0	
745.	Marburg	Gießen Station . .	4,1		6	24,6	
		Latus . .	80,0	1576,0		576,9	4973,3

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	80,0	1576,0		576,9	4973,3
746.	Gießen Bahnh.* . .	Frankfurt a. M. Bhnh.*	9,0		6	54,0	
747.	Frankfurt a. M. Bhnh.*	Frankfurt a. M. Stat.	0,3	89,3	16	4,8	635,7
748.	Jüterbog*	Herzberg Bahnh.* .	5,0		1	5,0	
749.	Herzberg Bahnh.* .	Röderau (Sächs. Gr.*)	4,1	9,1	1	4,1	9,1
750.	Wittenberg Bahnh.*	Holzweissig* . .	5,2		8	41,6	
751.	Holzweissig* . . .	Halle Bahnh.* . .	3,7		10	37,0	
752.	Holzweissig* . . .	Delitzsch Bahnh.* .	1,2		2	2,4	
753.	Delitzsch Bahnh.* .	Delitzsch Station . .	0,2		2	0,4	
754.	Delitzsch Bahnh.* .	Eilenburg Ecks.* . .	3,2		2	6,4	
755.	Eilenburg Ecks.* . .	Eilenburg Station .	0,1		2	0,2	
756.	Eilenburg Ecks.* . .	Torgau Ecks.* . .	4,0		2	8,0	
757.	Torgau Ecks.* . .	Torgau Station . .	0,1		6	0,6	
758.	Torgau Ecks.* . .	Herzberg Bahnh.* .	3,1		4	12,4	
759.	Herzberg Bahnh.* .	Herzberg Station .	0,4		2	0,8	
760.	Herzberg Ecks.* . .	Luckau	5,6		2	11,2	
761.	Luckau	Lübben Ecks.* . .	2,2		2	4,4	
762.	Lübben Ecks.* . .	Lübben Station . .	0,1		2	0,2	
763.	Lübben Ecks.* . .	Lübbenau Station .	1,8		2	3,6	
764.	Lübbenau Ecks.* . .	Vetschau	1,8		2	3,6	
765.	Vetschau	Kalau	1,3		2	2,6	
766.	Vetschau	Cottbus Station . .	2,5		2	5,0	
767.	Cottbus Station .	Abg. Forst* . . .	0,1		3	0,3	
768.	Abg. Forst* . . .	Peitz Station . . .	1,6		2	3,2	
769.	Peitz Ecks.* . . .	Guben Bahnh.* . .	3,5		2	7,0	
770.	Cottbus Abg. Forst*	Forst	3,1		1	3,1	
771.	Cottbus Ab. Sprmb.*	Spremberg . . .	3,1		1	3,1	
772.	Spremberg . . .	Muskau Station .	3,5		1	3,5	
773.	Muskau Ecks.* . .	Abg. Rothenburg* .	4,2		1	4,2	
774.	Abg. Rothenburg* .	Rothenburg . . .	1,6		2	3,2	
775.	Abg. Rothenburg* .	Niesky	0,2		1	0,2	
776.	Niesky	Görlitz Station . .	2,9	60,3	1	2,9	171,1
777.	Halle	Schkeuditz (sächs. Gr.*)	2,8	2,8	5	14,0	14,0
778.	Halle	Eisleben	5,1		6	30,6	
779.	Eisleben	Sangerhausen Ecks.*	2,6		6	15,6	
780.	Sangerhausen Ecks.*	Sangerhausen Stat.	0,1		2	0,2	
781.	Sangerhausen Ecks.*	Nordhausen . . .	4,9		6	29,4	
782.	Nordhausen . . .	Bleicherode Ecks.* .	2,6		6	15,6	
783.	Bleicherode Ecks.* .	Bleicherode Station .	0,5		2	1,0	
784.	Bleicherode Ecks.* .	Worbis Ecks.* . .	2,2		6	13,2	
785.	Worbis Ecks.* . .	Worbis Station . .	0,1		2	0,2	
786.	Worbis Ecks.* . .	Heiligenstadt Station	2,6		6	15,6	
787.	Heiligenstadt Ecks.* .	Beverungen . . .	12,0		5	60,0	
		Latus . .	32,7	1737,5		181,4	5803,2

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen einzeln	Länge der Linien in geograph. Meilen überhaupt	Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen einzeln	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen überhaupt
		Transport	32,7	1737,5		181,4	5803,2
788.	Beverungen	Bonenburg*	4,1		6	24,6	
789.	Bonenburg*	Stadtberge Eckf.*	2,5	39,3	5	12,5	218,5
790.	Nordhausen*	Sondershausen	2,8		1	2,8	
791.	Sondershausen	Mühlhausen Eckf.*	5,3		1	5,3	
792.	Mühlhausen Eckf.*	Mühlhausen Station	0,1		2	0,2	
793.	Mühlhausen Eckf.*	Langensalza Station	2,4		1	2,4	
794.	Langensalza Eckf.*	Gotha Kreuzpunkt*	3,1		1	3,1	
795.	Sondershausen	Frankenhausen	2,8		1	2,8	
796.	Frankenhausen	Artern	2,1		1	2,1	
797.	Artern	Querfurt	3,4	22,0	1	3,4	22,1
798.	Weißenfels Bahnh.*	Zeitz Bahnh.*	4,0		3	12,0	
799.	Zeitz Bahnh.*	Zeitz Station	0,2		2	0,4	
800.	Zeitz Bahnh.*	Gera	4,1		3	12,3	
801.	Gera	Schleiz Abg.*	4,6		3	13,8	
802.	Schleiz Abg.*	Schleiz	2,8		2	5,6	
803.	Schleiz	Gefell (bair. Gr.*)	3,1		2	6,2	
804.	Schleiz Abg.*	Neustadt a. O. Stat.	0,2		3	0,6	
805.	Neustadt a. O. Eckf.*	Abg. Rudolstadt*	0,2		2	0,4	
806.	Abg. Rudolstadt*	Ranis	2,3		1	2,3	
807.	Abg. Rudolstadt*	Rudolstadt	4,6		1	4,6	
808.	Rudolstadt	Blankenburg	1,3	27,4	1	1,3	59,5
809.	Dietendorf*	Arnstadt Eckf.*	1,7		1	1,7	
810.	Arnstadt Eckf.*	Abg. Stadtilm*	0,2		2	0,4	
811.	Abg. Stadtilm*	Stadtilm	1,6		1	1,6	
812.	Abg. Stadtilm*	Schleusingen Station	6,9		1	6,9	
813.	Schleusingen Eckf.*	Suhl	2,0	12,4	1	2,0	12,6
814.	Engelwies (bad. Gr.*)	Sigmaringen	1,1		1	1,1	
815.	Sigmaringen	Gammertingen	3,3		1	3,3	
816.	Gammertingen	Hechingen	3,6		1	3,6	
817.	Hechingen	Sebastiansweiler (Würtembrg. Gr.*)	0,6	8,6	1	0,6	8,6
		Summa		1847,2			6124,5

Dazu kommen die mit doppelter Stangenreihe versehenen Linien. (Die Leitungen sind bereits in Rechnung gestellt.)

Nr.	Von	bis	einzeln	überhaupt	Zahl der Leitungen	einzeln	überhaupt
1.	Berlin	Frankfurt a. O.		10,8			
2.	Potsdam	Magdeburg		16,6			
3.	Hannover	Minden		8,7			
4.	Berlin	Halle		21,8			
		Ferner der durch Abrundung auf Zehntel-Meilen gegen den wirklichen Bestand eingetretene Ausfall von		0,9			
		Summa		1906,0			6124,5

Nr.	Von	bis	Länge der Linien in geograph. Meilen		Zahl der Leitungen.	Gesammtlänge der Dräthe in geograph. Meilen	
			einzeln	überhaupt		einzeln	überhaupt

Außerdem bestehen in Preußen noch folgende Staatstelegraphen-Linien und Leitungen, welche nicht Vereinslinien sind:

Nr.	Von	bis	Länge einzeln	Länge überhaupt	Zahl der Leitungen	Dräthe einzeln	Dräthe überhaupt
(436)	Berlin*	Nowawes* . . .			1	3,3	
(437)	Nowawes* . . .	Potsdam*			1	0,2	
(438)	Potsdam*	Wildpark* . . .			1	0,5	4,0
818.	Nowawes* . . .	Babelsberg* . . .	0,3	0,3	2	0,6	0,6
819.	Wildpark* . . .	Sanssouci* . . .	0,4	0,4	1	0,4	0,4
		Summa . .		0,7			5,0

Recapitulation

der Uebersichten der Vereins-Linien und Stationen, welche am 1. Januar 1866 in Betrieb standen.

Die Uebersichten der Linien der verschiedenen Vereinsstaaten, welche an verschiedenen Stellen dieses Landes veröffentlicht worden, ergaben als Schlußresultate:

	Zahl der Vereinsstationen.	Länge der Vereinslinien.	Gesammtlänge der Dräthe.
Oesterreich	400 *)	2557,9 geogr. Meilen	5464,6 geogr. Meilen
Preußen	469	1906,0 " "	6124,5 " "
Bayern	79	423,6 " "	989,1 " "
Sachsen	35	167,4 " "	390,7 " "
Hannover	59	261,1 " "	649,2 " "
Württemberg	139	251,6 " "	392,9 " "
Baden	94	212,1 " "	504,7 " "
Mecklenburg	17	58,3 " "	89,7 " "
Niederlande	70	268,5 " "	750,8 " "
Summa	1362	6106,5 geogr. Meilen	15356,2 geogr. Meilen.

*) Die Filialstationen sowie die nur für die interne Correspondenz zugänglichen provisorischen Stationen sind in obiger Zahl nicht inbegriffen.

Nach der Zahl der Leitungen auf den einzelnen Strecken vertheilt sich die Linienlänge in den einzelnen Staaten folgendermaßen:

	Gesammtlänge der Strecken mit						Summe.	Durchschnittliche Länge der Drathleitung für 100 Meilen Linie.
	einfacher Leitung	2 Leitungen	3 Leitungen	4 Leitungen	5 Leitungen	6 und mehr Leitungen		
	in geogr. Meilen.							
Oesterreich . . .	1163,0	679,3	348,2	169,0	117,7	80,7	2557,9	213,6
Preußen	647,0	402,2	183,5	109,9	116,4	447,0	1906,0	321,3
Bayern	179,6	99,5	65,3	32,3	24,9	22,0	423,6	233,5
Sachsen	61,6	27,8	46,5	23,5	8,0	—	167,4	232,8
Hannover . . .	101,4	40,4	51,0	41,0	20,9	6,4	261,1	248,6
Württemberg . .	173,2	43,5	17,0	11,7	3,8	2,4	251,6	156,2
Baden	95,6	59,4	4,7	17,7	12,5	22,2	212,1	237,9
Mecklenburg . . .	34,6	17,9	3,9	1,9	—	—	58,3	153,9
Niederlande . . .	104,8	61,5	36,1	24,7	—	41,4	268,5	279,6
Summa	2560,8	1431,5	756,2	431,7	304,2	622,1	6106,5	
Procent	41,9	23,4	12,4	7,1	5,0	10,2		

Im ganzen Vereinsliniennetze ergiebt sich durchschnittlich für 100 Meilen Linie an Drathleitung 251,5

Nach Procenten der Gesammtlänge der Linien in den einzelnen Staaten bestehen in:

	Linien mit 1 Leitung.	Linien mit 2 Leitungen.	Linien mit 3 und mehr Leitungen
Oesterreich	45,5 pCt.	26,5 pCt.	28,0 pCt.
Preußen	33,9 „	21,1 „	45,0 „
Bayern	42,4 „	23,5 „	34,1 „
Sachsen	36,8 „	16,6 „	46,6 „
Hannover	38,8 „	15,5 „	45,7 „
Württemberg	68,8 „	17,3 „	13,9 „
Baden	45,1 „	28,0 „	26,9 „
Mecklenburg	59,4 „	30,7 „	9,9 „
Niederlande	39,0 „	22,9 „	38,1 „

Im ganzen Vereinsnetze ergiebt sich durchschnittlich für eine Vereinsstation:
4,48 Meilen Linie und 11,28 Meilen Leitung.

Zu Anfang des Jahres 1865 bestanden:

1177 Stationen 5623,5 geogr. Meilen Linie, 13305,3 geogr. Meilen Leitung,

es sind also jetzt mehr vorhanden:

185 Stationen 483,0 geogr. Meilen Linien, 2050,9 geogr. Meilen Leitung.

Diese Zunahme vertheilt sich folgendermaßen auf die einzelnen Vereinsstaaten:

	Vereinsstationen eröffnet.	Vereinsstationen aufgehoben.	Vereinslinien.			Drathleitung.		
Oesterreich	66	—	259,4	geogr.	Meilen	998,8	geogr.	Meilen
Preußen	82	1	151,9	"	"	650,7	"	"
Bayern	—	—	10,2	"	"	39,6	"	"
Sachsen	1	—	11,8	"	"	154,2	"	"
Hannover	5	1	9,2	"	"	149,6	"	"
Württemberg	17	—	20,4	"	"	47,7	"	"
Baden	13	—	15,2	"	"	33,9	"	"
Mecklenburg	—	—	—	"	"	3,8	"	"
Niederlande	3	—	4,9	"	"	62,6	"	"
Summa wie oben	185		483,0	geogr.	Meilen	2050,9	geogr.	Meilen.

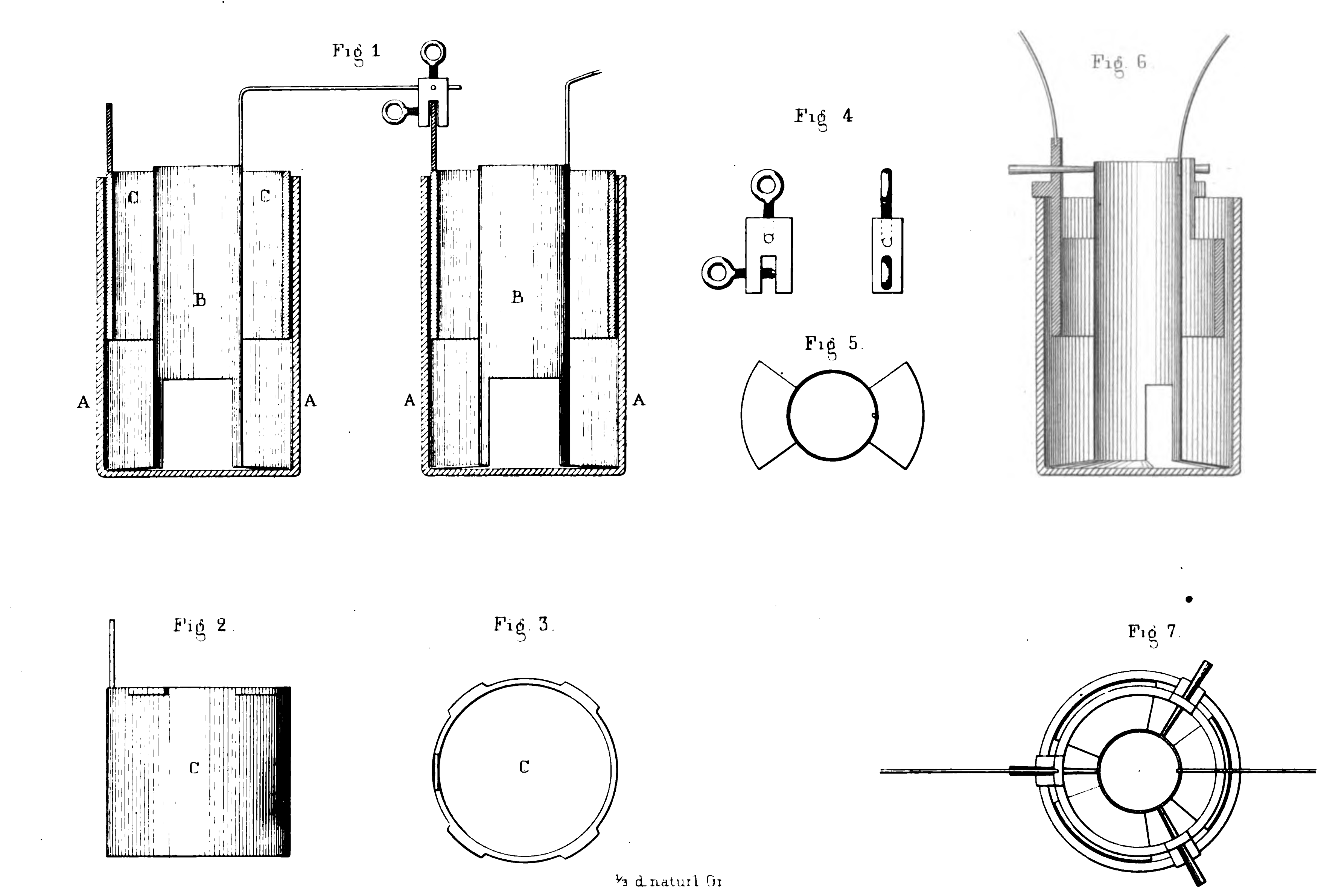
Zur Veranschaulichung der Entwickelung des Vereins-Telegraphennetzes in den letzten 9 Jahren sind die betreffenden Daten in folgendem Täfelchen zusammengestellt:

Zu Anfang des Jahres	Anzahl der Vereinsstationen.	Gesammtlänge der Linien.	Gesammtlänge der Leitungen.	Auf eine Vereinsstation Linien.	Auf eine Vereinsstation Leitungen.	Durchschnittliche Länge der Drathleitung für 100 Mln. Linie.
		geograph. Meilen:				
1856	234	2317,7	3889,8	9,90	16,62	167,8
1857	307	2644,6	4772,9	8,61	15,55	180,5
1858	357	2857,3	5501,4	8,00	15,41	192,5
1859	425	3255,8	6348,0	7,61	14,94	195,0
1860	480	3532,8	7104,0	7,36	14,80	201,1
1861	545	3864,1	7869,4	7,09	14,44	203,7
1862	627	4125,3	8590,5	6,58	13,70	208,2
1863	755	4494,9	9633,2	5,97	12,76	214,3
1864	979	5233,0	11521,4	5,31	11,72	221,0
1865	1177	5623,5	13305,3	4,78	11,30	236,6
1866	1362	6106,5	15356,2	4,48	11,28	251,5

Es ist also im Laufe dieser 10 Jahre die Länge der Linien um 163,5 pCt., die Länge der Leitungen aber fast auf das Vierfache, nämlich im Verhältniß von 1 : 3,95 gestiegen; noch stärker, nämlich im Verhältnisse von 1 : 5,82, war die Zunahme der Zahl der Vereinsstationen. In Folge dessen hat, wie obiges Täfelchen zeigt, einerseits das Verhältniß der Leitungslänge zur Linienlänge (also die durchschnittliche Zahl der Dräthe auf den Linien), stätig zugenommen und andererseits das Verhältniß der Linienlänge sowohl, wie das der Leitungslänge zur Zahl der Vereinsstationen sich regelmäßig und stätig vermindert.

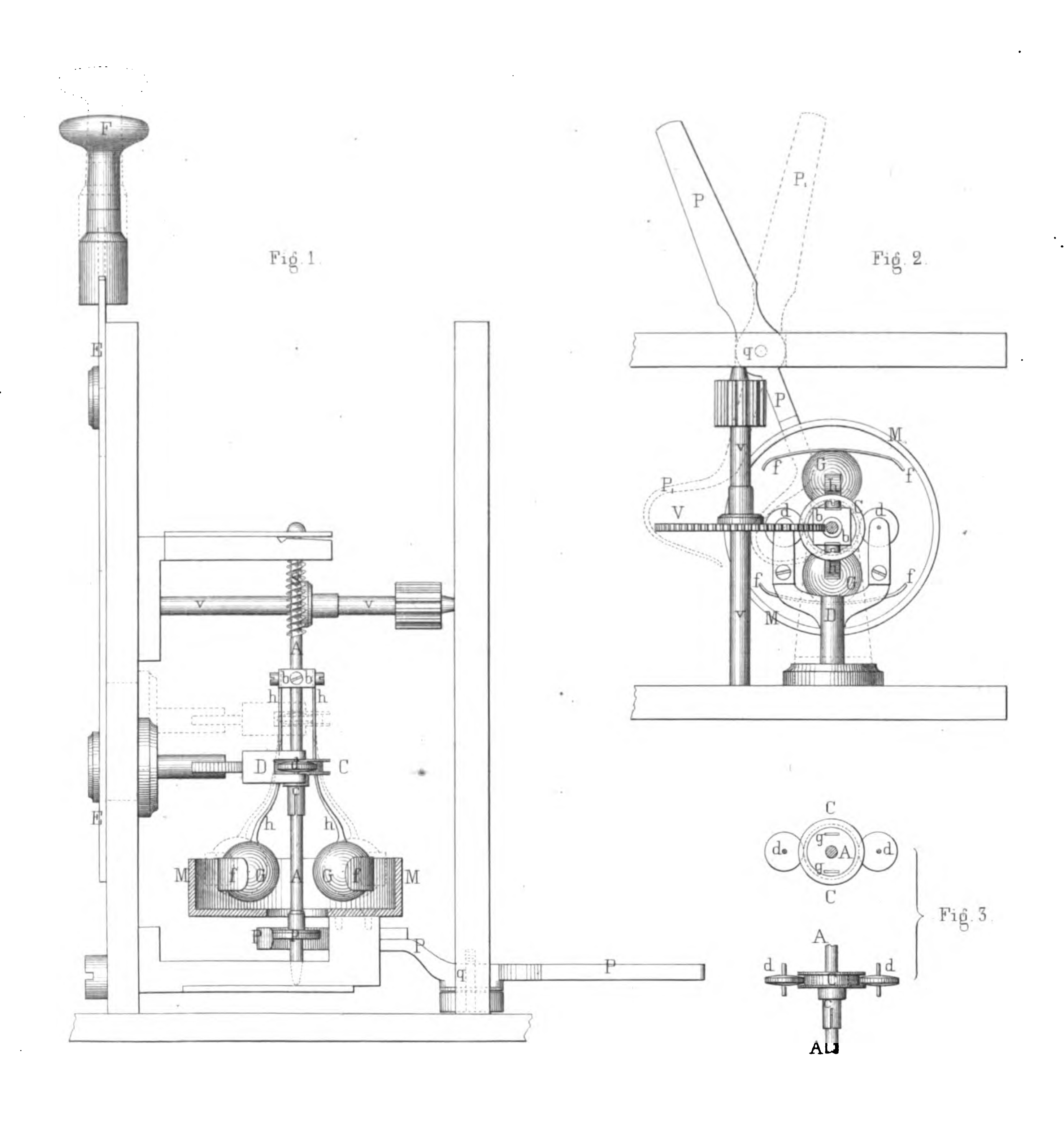
Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstraße 47.

Krüger, Abänderung des Meidinger'schen Elementes.



Ernst & Korn Berlin.

Siemens und Halske, Gangregulator für Morse-Schreiber.



Ernst & Korn. Berlin.

C. William Siemens, Geschwindigkeits-Regulator.

Fig. 2.

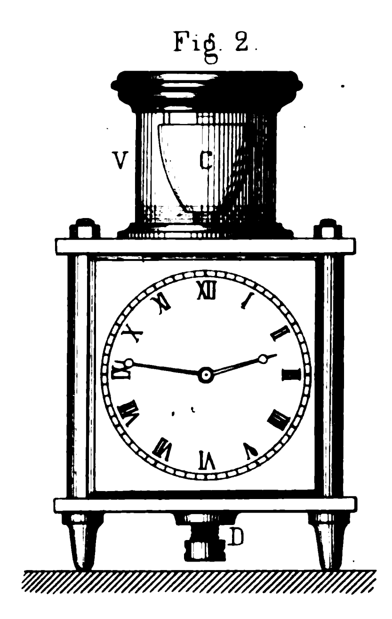


Fig. 1.

1/3 d. nat. Gr.

Fig. 4.

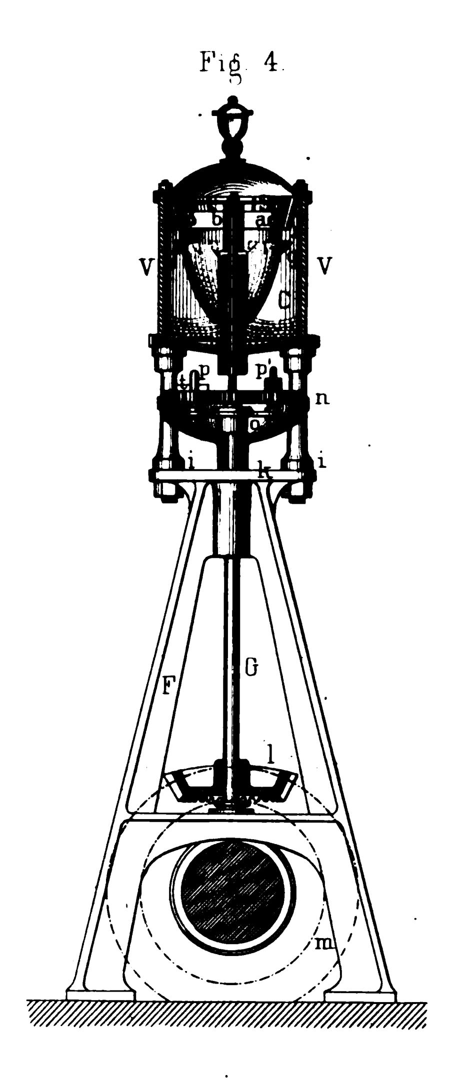


Fig. 3.

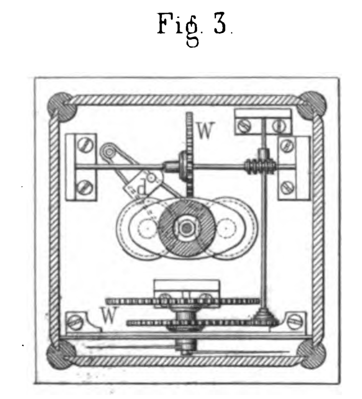
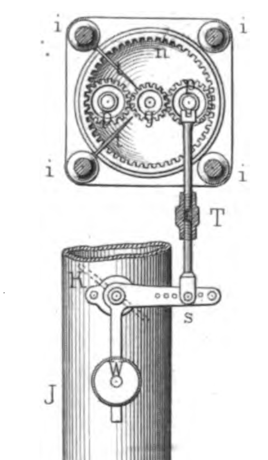


Fig. 5.



1/12 nat. Gr.

Ernst & Korn. Berlin.

Ad. Hörmann, Commutator.

Fig. 1

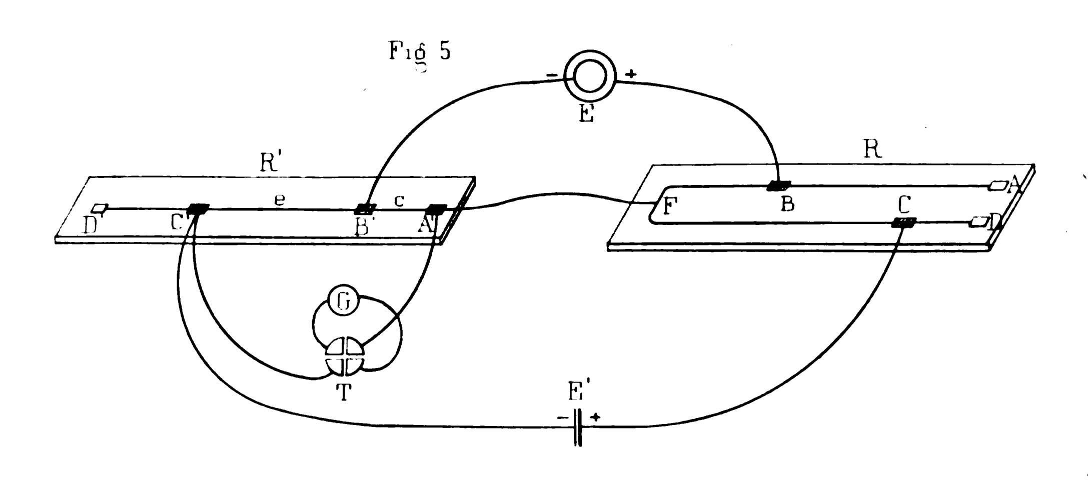
Fig. 2

Fig. 4

Fig. 3

J. L. Hoorweg, Bestimmung der elektromotorischen Kräfte.

Fig. 5



Ernst & Korn. Berlin.

Telegraphen

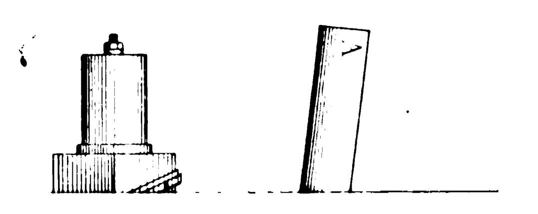
Börsen-Gebäude

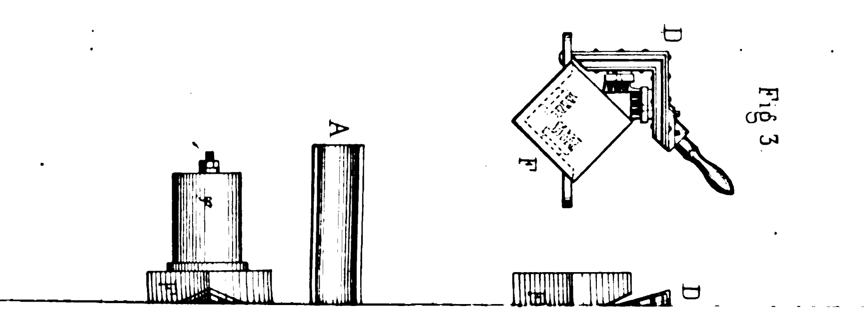
Fig. 3

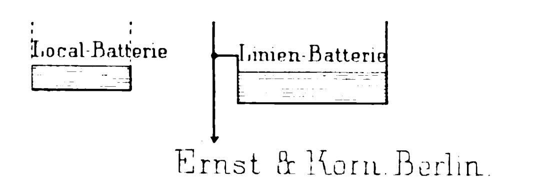
1/12 d. wirkl. Gr.

Fig. 4

Fig. 6







Ernst & Korn. Berlin.

A. Busse, Relais zum gleichzeitigen Schluss zweier elektrischen Ketten.

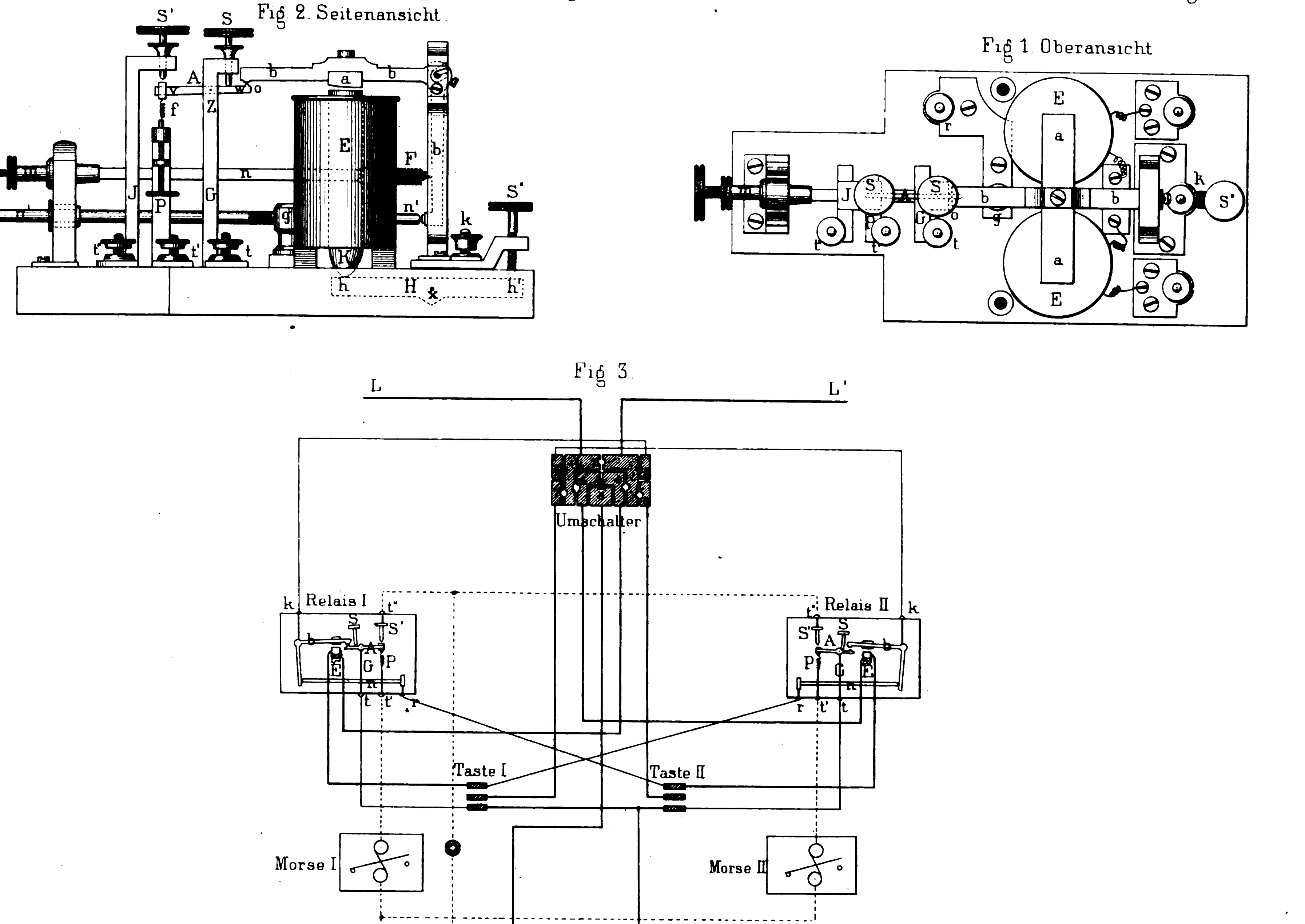


Fig. 2. Seitenansicht.

Fig. 1. Oberansicht

Fig. 3.

Ernst & Korn. Berlin.

Leitungs-Blitzableiter.

Fig. 1

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 3

Fig. 2

Ernst & Korn, Berlin.

Leitungs-Blitzableiter.

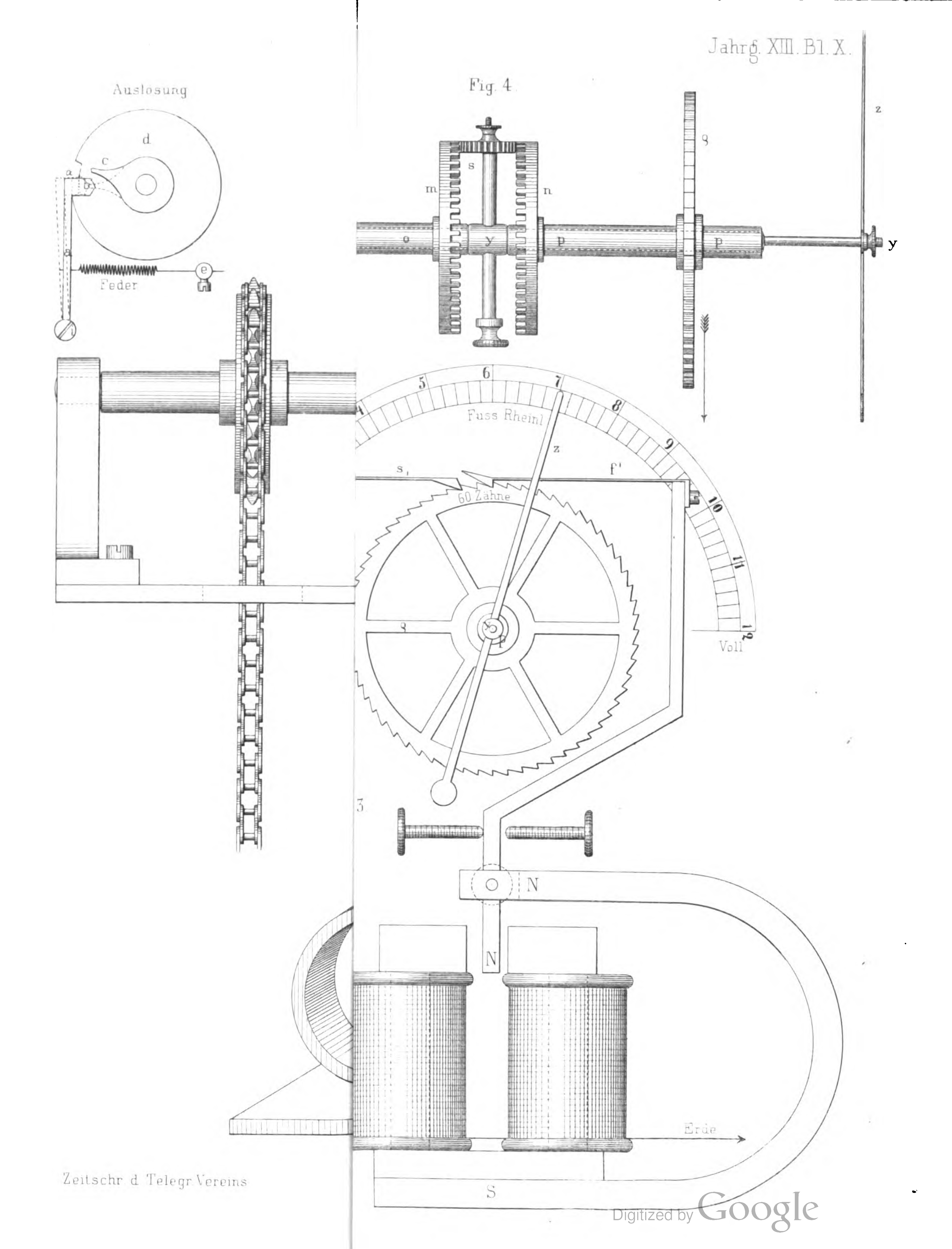
Fig. 1.

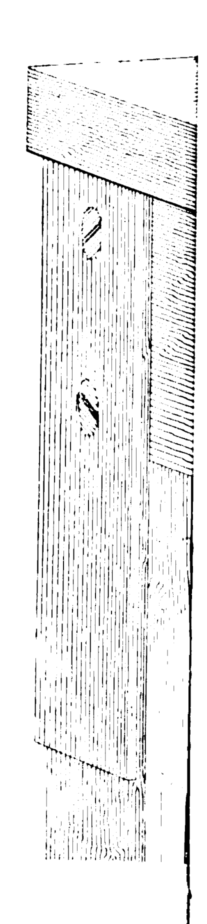
Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Ernst & Korn Berlin.


Auslosung
d
c
a
b
a
Feder
e
Fig. 4.
s
m
n
o
y
p
p
y
z
Fuss Rheinl
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Voll
z
s,
f'
60 Zähne
N
N
S
Erde



Fi

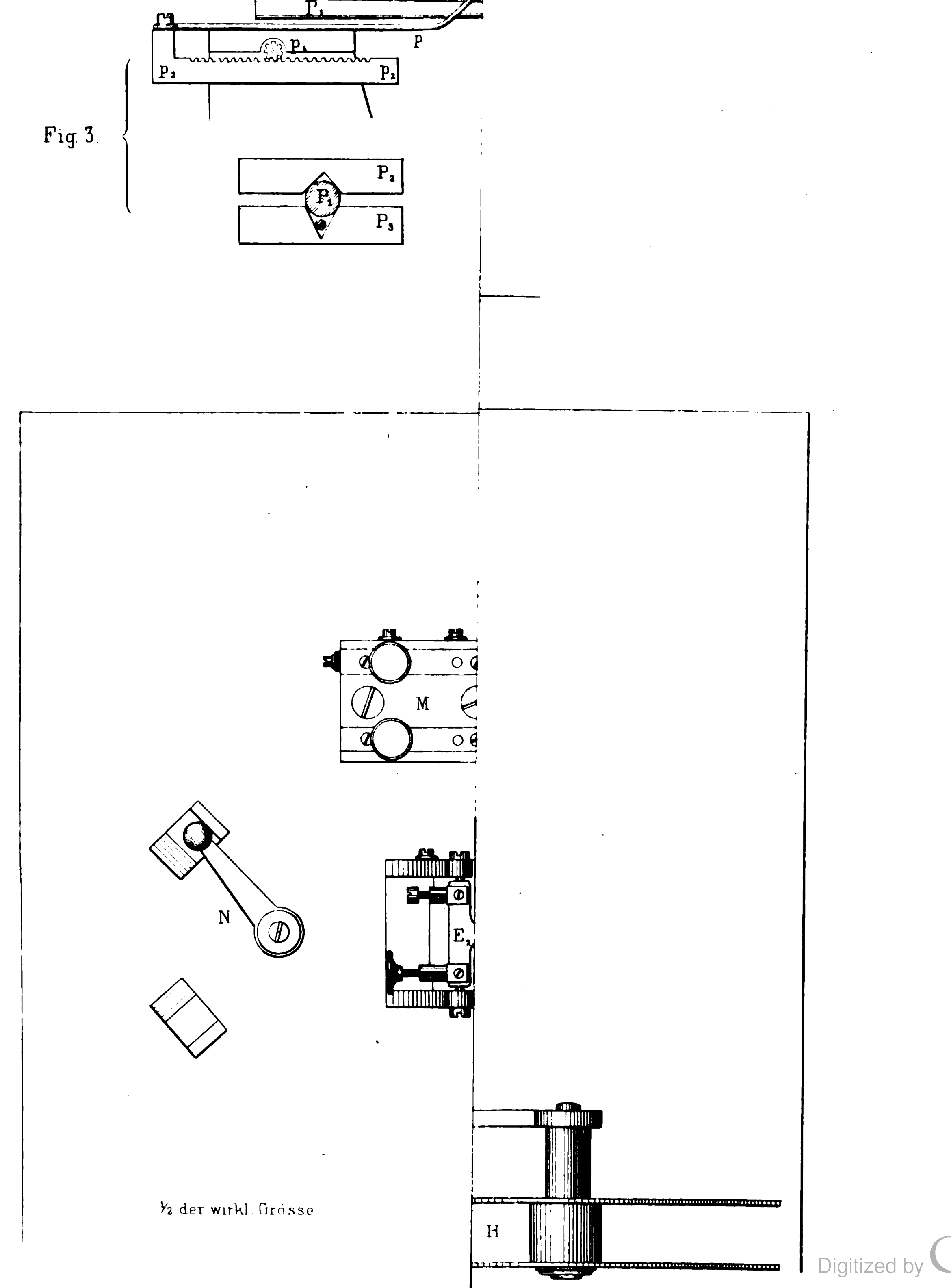

P₁
p
p₁
P₂
P₂
Fig. 3.
P₂
P₁
P₃
M
N
E₂
H
½ der wirkl. Grösse

Fig. 5.

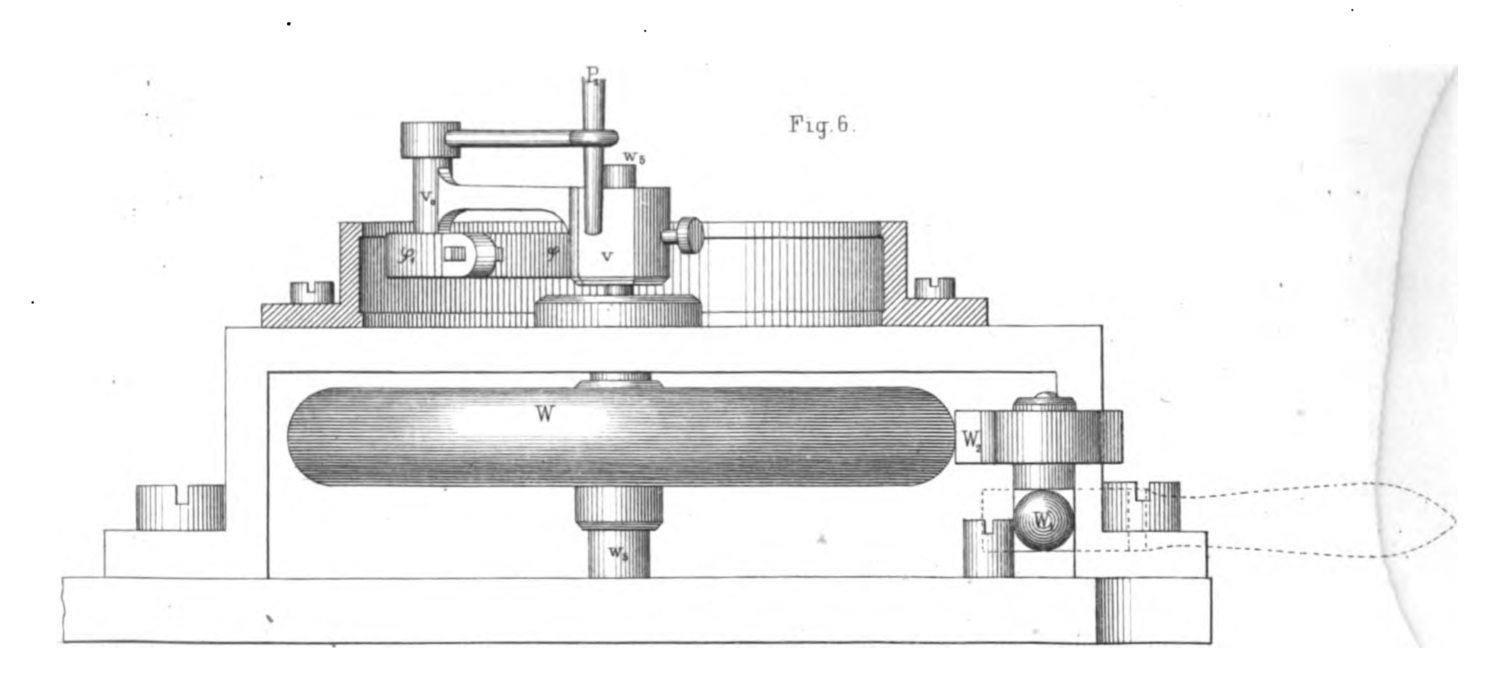
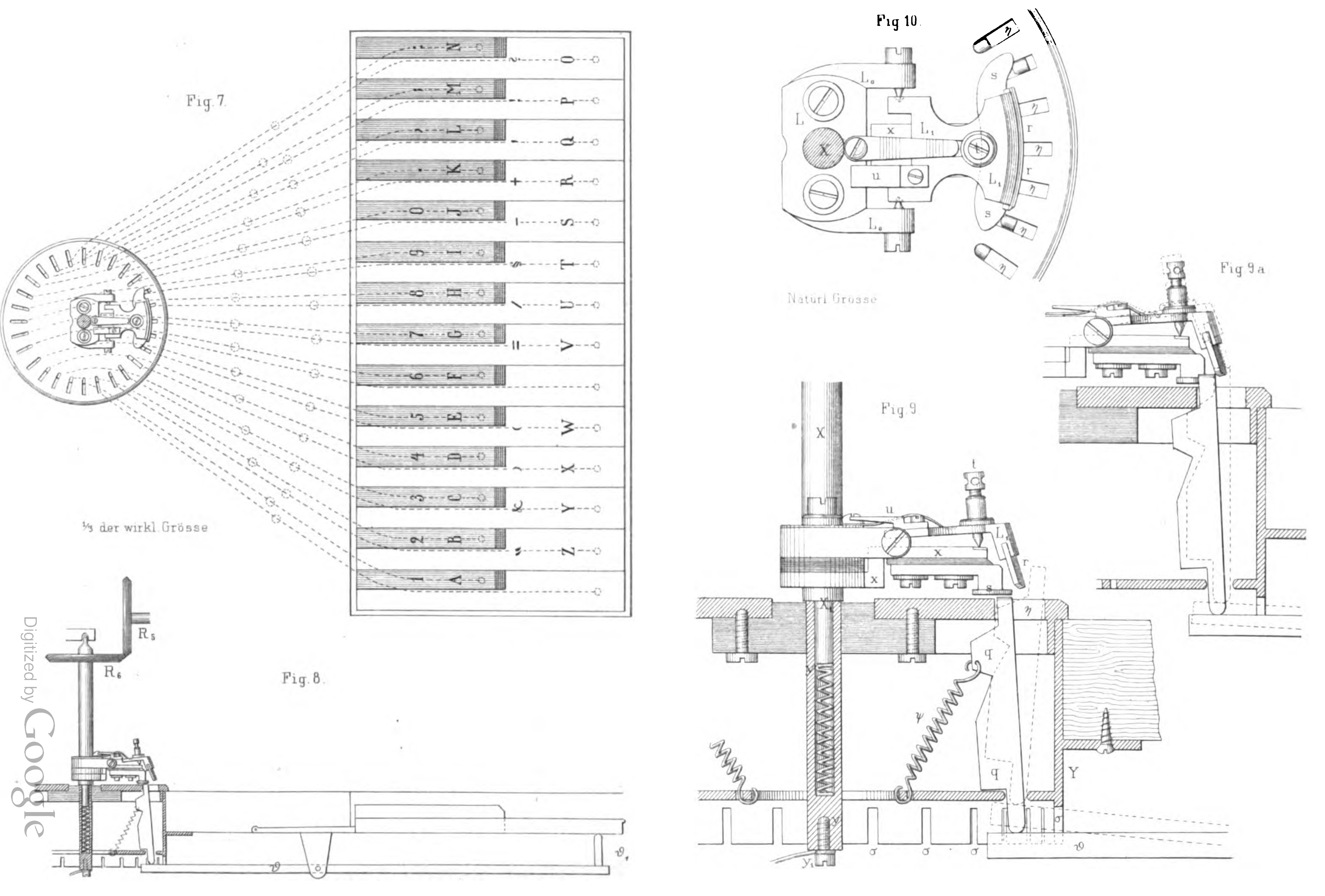


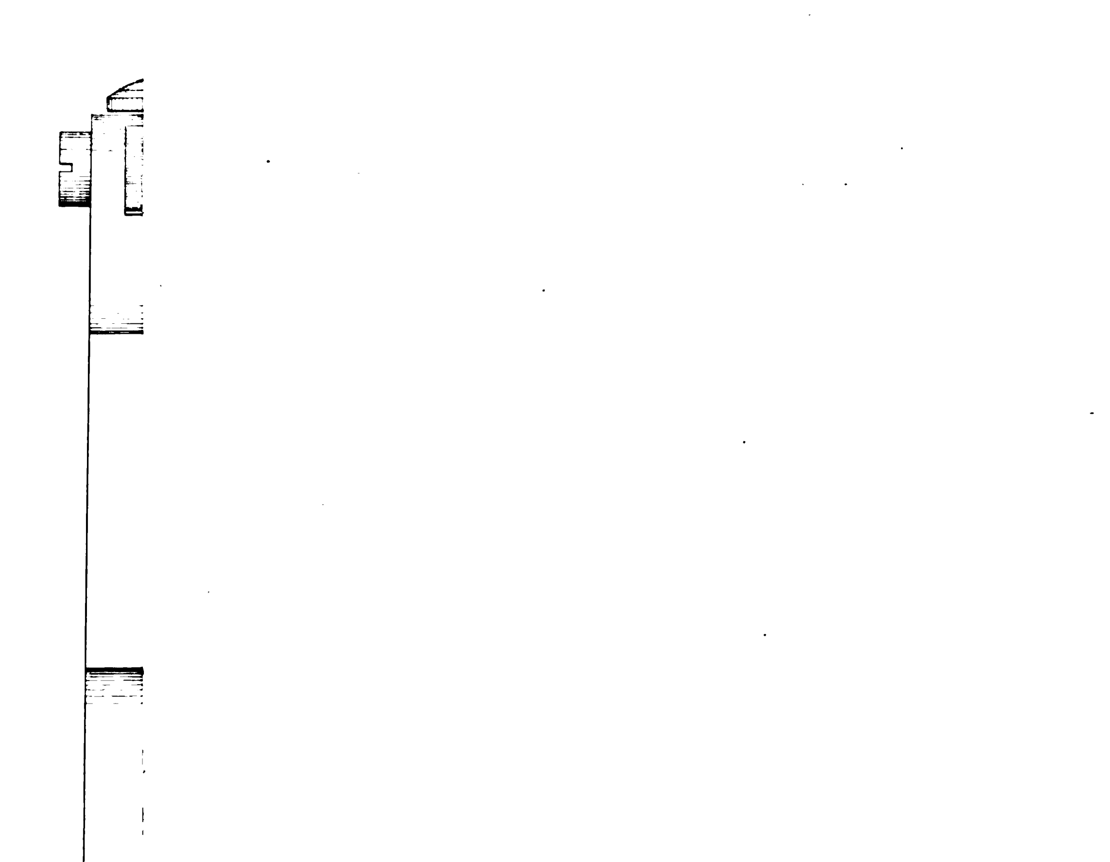
Fig. 6.

Ernst & Korn Berlin.

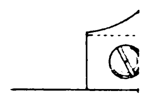
Der Typendruck-Telegraph von Hughes.

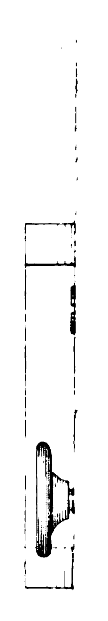


Ernst & Korn Berlin


B


e





Der Typendruck Telegraph von Hughes.

Fig. 25.

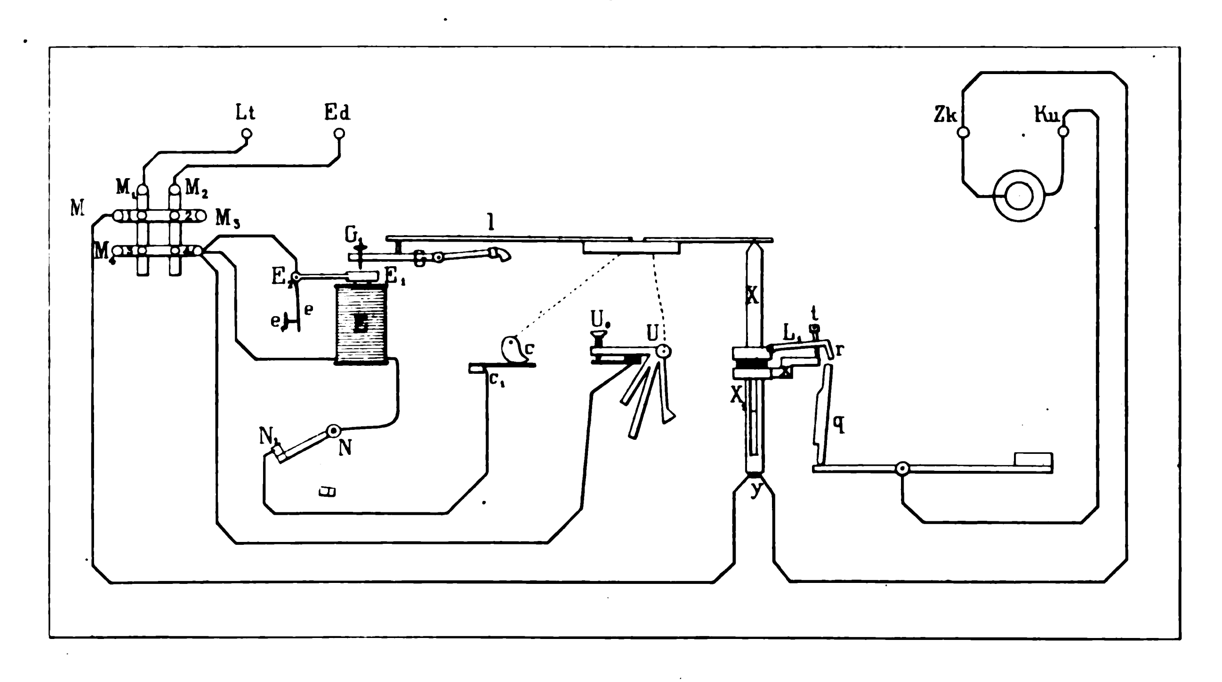
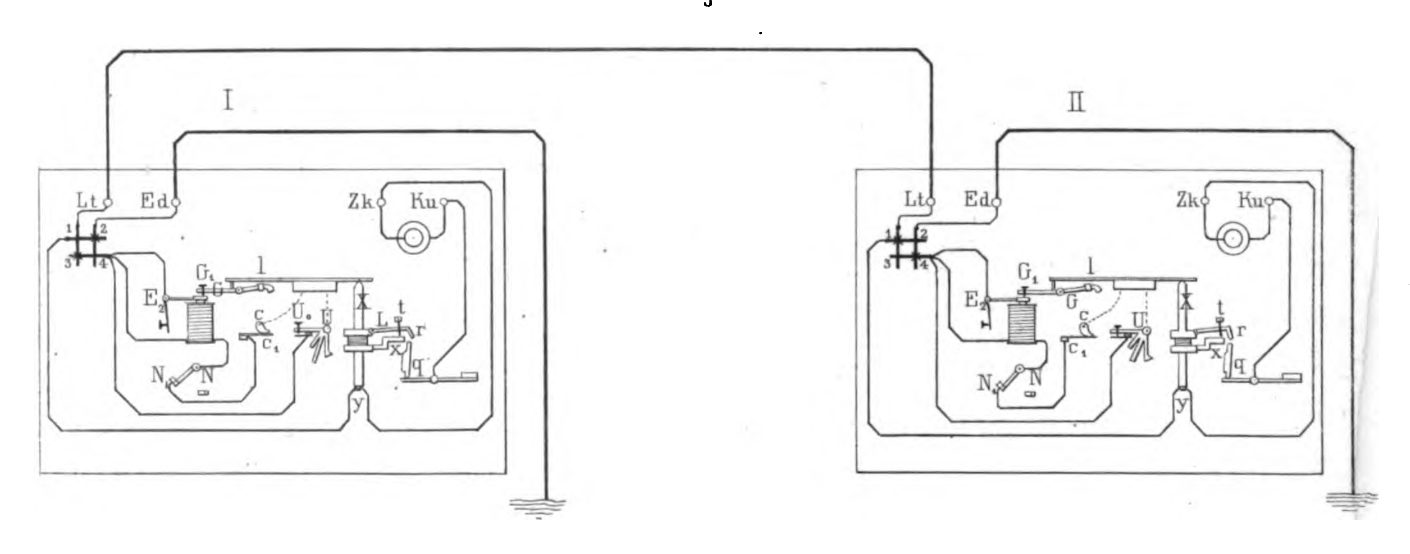
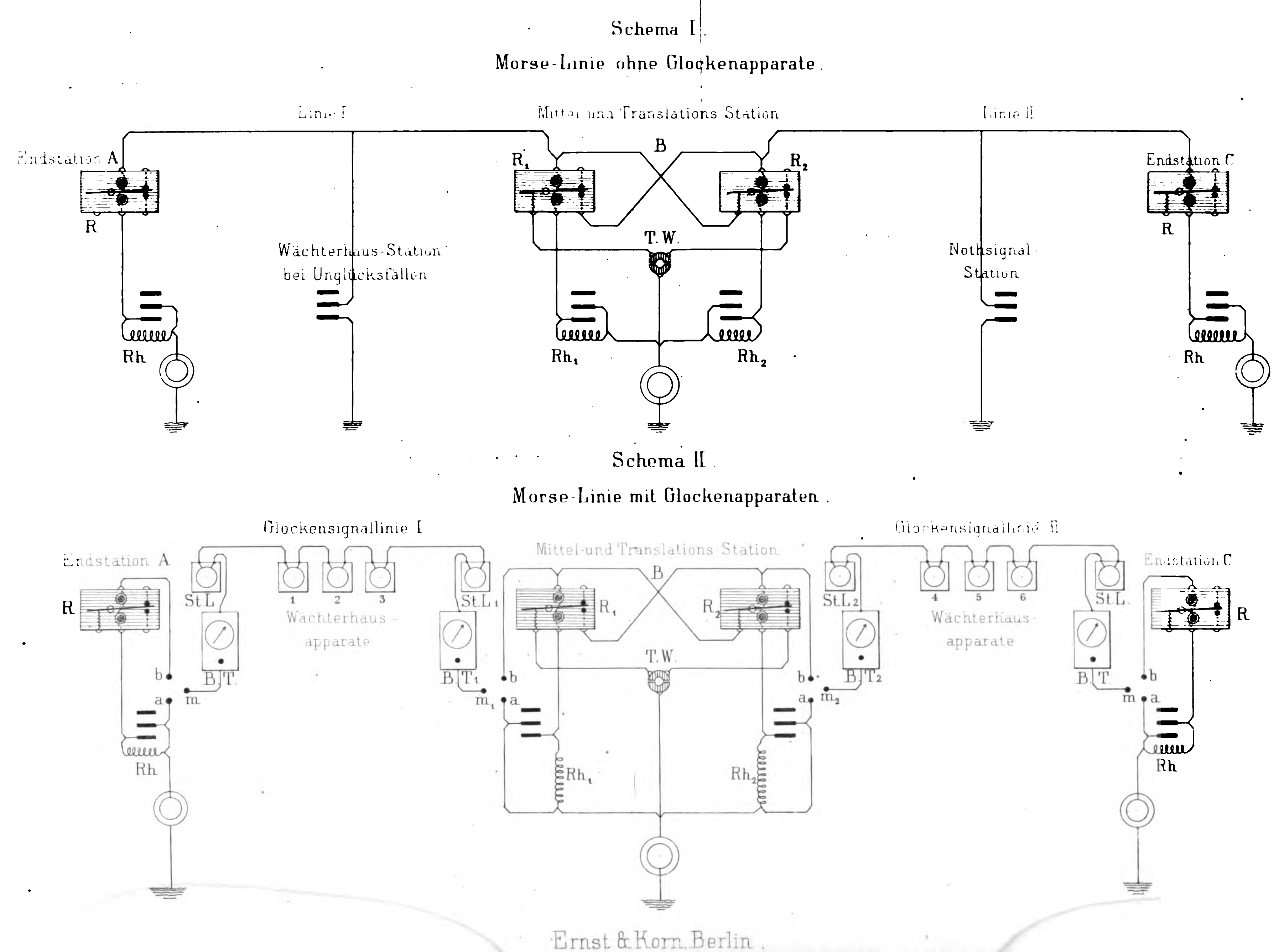


Fig. 26.



Ernst & Korn. Berlin.

R. Blaschke, Morsecorrespondenz durch Stromvermehrung auf Glockensignal-Leitungen. Jahrg. XIII Bl. XVII



Ernst & Korn. Berlin.

Fig. 3.

½ nat. Gr.

Fig. 5.

nat. Gr.

Fig. 1.

nach W₁ nach W₂ nach E nach E

½ nat. Gr.

Fig. 3 a.

Fig. 4 a.

Fig. 6.

In unserm Verlage ist unter andern erschienen:

Brix, A. F. W., Königl. Geh. Regierungs-Rath, Lehrbuch der Statik fester Körper, in elementarer Darstellung mit besonderer Rücksicht auf technische Anwendung. 2te, gänzlich umgearbeitete Auflage. Erste Abtheilung: Die Lehren der reinen Statik enthaltend, mit 12 Figurentafeln und einem Anhange, eine Zusammenstellung der wichtigsten Theorien aus der niedern Analysis, Curvenlehre und Stereometrie. gr. 8. geh. 3½ Thlr.

Brix, Dr. P. W., Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigeren Brennstoffe des Preußischen Staates. Im Auftrage des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen und mit Unterstützung des Königlichen Ministeriums für Handel und Gewerbe ausgeführt und herausgegeben. gr. 4. 7½ Thlr.

Grapow, H., Königl. Baumeister, Zusammenstellung der Bestimmungen für das Bauwesen im preußischen Staate aus den Jahren 1845 bis 1852. (Ausschließlich des Wege- und Eisenbahnbaues.) gr. 8. geh. 15 Sgr.

———, Anleitung zur Aufsicht bei Bauten. Mit 14 Figurentafeln und vielen Tabellen. gr. 8. brosch. 1⅓ Thlr.

Henz, L., Königl. Geheimer Regierungs-Rath, Hülfstafeln bei Berechnung des Inhalts von Erdarbeiten beim Bau der Eisenbahnen, Chausseen und Kanäle. gr. 8. geh. 2⅔ Thlr.

———, Praktische Anleitung zum Erdbau. gr. 8. Mit einem Atlas in 4. 4⅔ Thlr.

———, Normalbrücken und Durchlässe nebst den zur Veranschlagung derselben erforderlichen Raum-Ermittelungen. Mit 22 Kupfertafeln. gr. 8. geh. 1⅔ Thlr.

Ingenieur's Taschenbuch. Herausgegeben von dem Verein „die Hütte". 7te Aufl. 8. 1866. 1 Thlr. 20 Sgr.

Malberg, A., Königl. Regierungs- und Baurath, Ueber Construction von Laschenverbindungen der Eisenbahnschienen in den Stößen und Verwendung von Stahl zu denselben, nebst einem Anhange, enthaltend: Beschreibung einer neuen Methode der Regeneration des verbrannten Stahls. Mit 2 Kupfertafeln und mehren Holzschnitten. 4. br. 20 Sgr.

———, Die Literatur des Bau- und Ingenieur-Wesens der letzten 30 Jahre, oder Verzeichniß der vornehmlichsten Werke in deutscher, französischer, englischer, italienischer, holländischer u. s. w. Sprache, welche die genannten Fächer betreffen. gr. 8. geh. 18 Sgr.

Manger, J., Königl. Bau-Inspektor, Professor und ordentl. Lehrer des Königl. Gewerbe-Instituts, Blätter für die gewerbliche Baukunde. Zum Gebrauche für Bauhandwerker, Baumeister, Fabrikanten und Landwirthe, sowie als Zeichnen-Vorlagen in Real- und Gewerbe-Schulen. Heft 1. Feuerungs-Anlagen. Mit 6 Kupfertafeln in Folio. 1⅔ Thlr.

Dasselbe. Heft 2. Runkelrüben-Zuckerfabrikation. Mit 7 Kupfertafeln. 1⅚ Thlr.

Dasselbe. Heft 3. Flachsgarnspinnereien. Mit 6 Kupfertafeln. 1⅔ Thlr.

Dasselbe. Heft 4. Brennereien. Mit 6 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 5. Färbereien. Mit 6 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 6. Brauereien. Mit 7 Kupfertafeln. 2 Thlr.

Dasselbe. Heft 7. Tuchfabrik-Anlagen. Mit 6 Kupfertafeln. 1⅔ Thlr.

Dasselbe. Heft 8. Kattundruckereien. Mit 6 Kupfert. 1⅚ Thlr.

Minding, Ferd., Prof. der Mathematik an der Universität zu Dorpat, Sammlung von Integraltafeln zum Gebrauch für den Unterricht an der Königl. Bau-Akademie und dem Königl. Gewerbe-Institut. Im Auftrage des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten bearbeitet. Lex. 8. geh. 1⅙ Thlr.

Pleßner, Fr., Königl. Preuß. Eisenbahnbaumeister, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preis-Ermittelungen zur Feststellung der Baukosten. Zweite vielfach vervollständigte Auflage der „Notizen zum Veranschlagen der Eisenbahnen". Mit 3 Kupfertafeln und einigen Holzschnitten. 1866. 2 Thlr.

Sammlung von Zeichnungen aus dem Gebiete der Wasserbaukunst, mit besonderer Rücksicht auf den Brückenbau. Für das Studium und den praktischen Gebrauch zusammengetragen unter Leitung des Herrn Prof. Schwarz, und zum Umdruck gezeichnet von Studirenden der Königl. Bau-Akademie in Berlin. 33 Tafeln in größtem Doppelfolio. 4⅔ Thlr.

Desselben Werkes zweiter Theil. 21 Tafeln in größtem Doppelfolio. 3⅓ Thlr.

Weishaupt, Th., Königl. Geh. Regierungs-Rath, Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen, angestellt im Sommer 1851 auf Veranlassung des Königl. Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Mit Holzschnitten und lithogr. Zeichnungen. Fol. geh. 3 Thlr.

Wiebe, F. K. H., Königl. Prof. und Lehrer an der Königl. Bau-Akademie und dem Gewerbe-Institut, Die Lehre von den einfachen Maschinentheilen, bearbeitet für den Unterricht an den Königl. Preuß. techn. Lehranstalten, sowie zum Gebrauche beim Entwerfen und Construiren von Maschinen und zum Selbst-Studium. In 2 Bänden. Mit einem Atlas von 40 Taf. Folio in aquatinta und vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Erschienen ist:

(Band I. mit 24 Kupfertafeln 5⅔ Thlr.)

(Band II. mit 26 Kupfertafeln 7⅓ Thlr.)

Zeitschrift für Bauwesen. Herausgegeben unter Mitwirkung der Königl. techn. Bau-Deputation und des Architekten-Vereins zu Berlin. Redigirt von G. Erbkam, Königl. Bau-Rath im Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. 1866. Preis des Jahrgangs von 12 Heften mit circa 90 Kupfert. in Folio und 4to. 8⅔ Thlr.

Dasselbe. Jahrgang 1851—1867. à 8⅔ Thlr.

Berlin. **Ernst & Korn.**

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstr. 47.



